

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB

IG / IB / IQ / FACE-ECO/ CDS

CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

Cláudia Dayanne Feitosa Moraes

**Conceitos de resiliência aplicados ao atual conhecimento sobre a área do
aterro controlado no Jockey Clube de Brasília**

BRASÍLIA
2016

CLAUDIA DAYANNE FEITOSA MORAES

**Conceitos de resiliência aplicados ao atual conhecimento sobre a área do
aterro controlado no Jockey Clube de Brasília**

Monografia realizada e apresentada durante o Curso de Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção de grau de bacharel em Ciências Ambientais, sob a orientação do professor Luciano Soares da Cunha

**Brasília
2016**

MORAES, Cláudia Dayanne Feitosa

.
Conceitos de resiliência aplicados ao atual conhecimento sobre a
área do aterro controlado no Jockey Club de Brasília
84f.

Orientação: Prof. Dr. Luciano Soares da Cunha

Projeto final em Ciências Ambientais – Consórcio IG/ IB/ IQ/ FACE-
ECO/ CDS – Universidade de Brasília.
Brasília, DF – 2016

1. Ciências Ambientais. 2. Resiliência. 3. Resíduos Sólidos Urbanos. 4. Metais Pesados. 5. Aterro Controlado. 6. Lixão. 7. Contaminação

CLAUDIA DAYANNE FEITOSA MORAES

**Conceitos de resiliência aplicados ao atual conhecimento sobre a área do
aterro controlado no Jockey Club de Brasília**

Monografia realizada e apresentada durante o Curso de Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção de grau de bacharel em Ciências Ambientais, sob a orientação do professor Luciano Soares da Cunha

Prof. Dr. Luciano Soares da Cunha (Orientador)
Instituto de Geociências – UnB

Prof. Dr. Pedro Henrique Zuchi da Conceição (Banca Examinadora)

Brasília, 16 de dezembro de 2016.

Dedico este trabalho aos meus pais, Jane e Cláudio, que dedicaram suas vidas em prol da minha e fizeram o possível e impossível para me proporcionar as oportunidades que eles nunca tiveram; graças a eles e tendo-os como exemplo, hoje eu busco dar sempre o meu melhor, para que eles sintam orgulho, pois tudo que eu conquistar será fruto da criação que me deram, e sempre será dedicado a eles. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus a vida concedida a mim, me proporcionando sabedoria e iluminando o meu caminho para mais este momento de evolução.

Manifesto especiais agradecimentos a minha mãe, Jane Feitosa de Sousa, ao meu pai, Cláudio Alves Moraes, aos meus irmãos, João, Paulo Henrique, Pollyanna, e ao meu padrasto João Santori que mesmo sem saber, me deram o apoio e força que eu precisei. Estando sempre ao meu lado, acreditando em mim até mesmo quando eu não acreditava. Sendo peças fundamentais na minha trajetória e evolução, com amor incondicional e apoio em todos os momentos da minha vida.

Agradeço a todos os meus amigos, que compreenderam o meu momento de ausência e tiveram paciência e respeito com todo o meu processo no decorrer do curso, sempre se colocando a disposição para ajudar, me aconselhando e encorajando. Em especial as amigas que caminham ao meu lado desde o ensino fundamental e me proporcionaram indiscutível companheirismo, Karina Hamu, Karolina Hamu e Ludmila de Souza; assim como os de curso, Ailton Rener, Caroline Rodrigues, Cecília Simões, Fernando Beltrão, Luís Aoki e Juliana Farias que percorreram todos os anos de graduação ao meu lado.

Agradeço aos meus professores do Ensino Médio que foram uma luz na descoberta da minha vocação, me auxiliando a enxergar qual caminho eu deveria trilhar dali para frente, Hipácia, Marco Antônio e Norlan.

Agradeço ao meu orientador, Luciano Soares da Cunha, que antes disso se tornou o meu professor espelho, aquele que me fez definir o meu caminho acadêmico na primeira matéria do meu primeiro semestre e hoje, na minha formação, sei que escolhi a cadeia curricular certa para mim.

Agradeço ao Paulo Alipius, que se colocou a disposição para me auxiliar desde o início, sendo sempre solícito, racional, buscando a calma nos meus momentos de desespero. Passando-me segurança de que tudo daria certo no final. Sendo uma ajuda e apoio imensurável, com uma imensa paciência e atenção. Com incentivo, simpatia e presteza nas análises que realizava do meu trabalho. Minha eterna gratidão.

Agradeço a todo corpo docente e a Elaine Souto, cada um a seu modo contribuíram para a minha formação acadêmica. Em especial o Fernando Sodré e Maurício Amazonas, que acreditaram no meu potencial e no potencial deste trabalho acadêmico.

Por fim, a todos que porventura eu não mencionei que direta ou indiretamente, me auxiliaram de alguma forma para que este sonho se tornasse realidade.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Teresa de Calcutá)

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAS	Associação Brasileira de Aquíferos Subterrâneos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ADASA	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal
<i>apud</i>	“Citado por”
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
As	Arsênio
ASB	Aterro Sanitário de Brasília
B	Boro
Ba	Bário
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
C	Cambissolo
Ca+2	Cálcio
Cd	Cádmio
CENTCOOP	Central de Cooperativas de Catadores do DF
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
cm	Centímetro
Co	Cobalto
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	Conselho de Política Ambiental
COT	Carbono Orgânico Total
Cr	Cromo
CRH/DF	Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
Cu	Cobre
DBO	Demanda Biológica de Oxigênio
DBO/DQO	Relação da Demanda Biológica de Oxigênio pela Demanda Química de Oxigênio
DF	Distrito Federal

DN	Deliberação Normativa
DQO	Demanda Química de Oxigênio
et al.	“e outros”
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
Fe	Ferro
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiental
FUNATURA	Fundação Pró-Natureza
Hg	Mercúrio
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
IBRAM	Instituto Brasília Ambiental
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IRRs	Instalações de Recuperação de Resíduos
JCB	Jóquei Clube de Brasília
K	Potássio
LV	Latossolo Vermelho
LVA	Latossolo Vermelho-Amarelo
m³	Metro cúbico
mg/Kg	Miligramas por Quilo
mg/L	Miligramas por litro
Mg+2	Magnésio
mm	Milímetros
Mn+2	Manganês
NBR	Norma Técnica
NH4+	Amônio (Cátion)
Ni	Níquel
Pb	Chumbo
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNB	Parque Nacional de Brasília
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PSB-PE	Partido Socialista Brasileiro – Pernambuco
RA	Regiões Administrativas
ReCESA	Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento

RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
Se	Selênio
SEMARH	Secretária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SLU	Serviço de Limpeza Urbana
SM	conglomerado São Miguel
SO4 2-	Sulfato
TCDF	Tribunal de Contas do DF
TMB	Tratamento Mecânico Biológico
Ton.	Tonelada
UC	Unidade de conservação
Zn	Zinco

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fatores que constituem a resiliência psíquica.....	21
Figura 2: Relação entre perturbação e mudança de estado de um ecossistema.....	22
Figura 3: Ciclo Adaptativo.....	24
Figura 4: Ligações de Panarquia.....	26
Figura 5: Destinação final por quantidade de resíduos (%).....	27
Figura 6: Esquema de um lixão e sua propagação de contaminantes	29
Figura 7: Esquema de um aterro controlado e sua propagação de contaminantes	30
Figura 8: Esquema de um aterro sanitário e sua proteção para não contaminação	31
Figura 9: Resultados percentuais de coleta convencional de cada RA.....	40
Figura 10: Resultados percentuais de coleta seletiva de cada RA.....	41
Figura 11: Imagem aérea do Aterro Controlado do Jockey Clube de Brasília.....	43
Figura 12: Esquematização do método de rampa.....	44
Figura 13: Método de área	44
Figura 14: Deposição temporal do lixo na área do Aterro Controlado do Jockey Clube.....	44
Figura 15: Porcentagem gravimétrica do alumínio e PET em três meses no DF (2015).....	48
Figura 16: Média trimestral de descartes de alumínio e PET no DF	49

Figura 17: Porcentagem de decomposição por ano para alumínios e PET aterrados nos anos 80.....	50
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Íons possivelmente encontrados em chorumes e suas fontes.	33
Tabela 2: Concentração dos principais constituintes inorgânicos e metais tóxicos em percolado de aterros de resíduos sólidos urbanos	34
Tabela 3: Microrganismos presentes em percolado de aterros de resíduos sólidos urbanos	34
Tabela 4: Concentrações características de MOD, substâncias inorgânicas e alguns elementos em percolado de aterros de resíduos sólidos urbanos	36
Tabela 5: Concentrações de alguns metais no solo.....	37
Tabela 6: Concentrações de alguns elementos considerados normais em diversos grupos de solo	46

RESUMO

O presente trabalho possui como área de estudo o Aterro Controlado do Jockey Clube de Brasília (JCB), localizado na cidade Estrutural e limiar a uma Unidade de Conservação, assim como a outras importantes áreas ambientais. Com a Lei 12.305/2010, as formas mais comuns de disposição adotadas no país, os depósitos a céu aberto (lixão) e os aterros controlados, deverão, obrigatoriamente, ser desativadas, adotando-se o uso de Aterro Sanitário como destino final somente rejeitos. A disposição incorreta dos resíduos sólidos em lixões e aterros controlados acarreta em diversos problemas ambientais. Os componentes dos resíduos depositados interferem no grau de toxicidade de contaminação, dentre esses elementos estão os metais pesados, compostos orgânicos e gases tóxicos. Tais contaminantes são difíceis de serem tratados devido ao longo período de disposição dos resíduos, que interfere na característica do contaminante e a sua mobilidade. Existem resíduos soterrados há 50 anos que possivelmente ainda estão em sua vida ativa, eliminando metais pesados que em contato com águas pluviais, percolando pelo solo, assim como os resíduos depositados recentemente na área. O mesmo vale para os gases. Esta dificuldade de tratamento, e a não preparação da área para receber tamanho impacto implica diretamente no ciclo adaptativo e panarquia da resiliência. Com o auxílio de revisão da literatura buscou-se definir uma conceituação de resiliência para áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos e estimar se após a desativação do Aterro Controlado do JCB, a área ainda será resiliente diante à degradação ambiental sofrida nos mais de 50 anos de utilização.

Palavras-chave: Resiliência; Resíduos Sólidos Urbanos; Metais Pesados; Aterro Controlado; Lixão; Contaminação

ABSTRACT

The present work has as study area of the landfilling of the Jockey Club of Brasilia, located in the Estrutural city and is threshold to the National Park of Brasilia. Presenting the forms commonly used for disposal of municipal solid waste in the country, as well as the legal form stipulated by the National Solid Waste Policy. With the law 12.305/2010, the most common forms of provision adopted in the country, the outlets of sky open and the controlled landfills, are obliged to be disabled and should be adopted the use of sanitary landfill as a new allocation of municipal solid waste. The poor disposal of solid waste comes in various environmental problems, through their contaminants. The components of the waste affect the degree of toxicity of contamination, among these elements is the heavy metals. Metals such that in addition to characteristics of the environment, can leach by soil, and components of the manure, may reach groundwater aquifers and causing impacts where leaching; and at the same time as the manure are also present in toxic gases formed in the mountain of solid waste, known as biogas. Such contaminants are difficult to be treated due to long time of disposal of waste, which interferes with the characteristic of the contaminant, and their mobility. Therefore, there is residue buried 50 years ago that possibly is still in your active life, eliminating heavy metals in contact with rainwater, leaching into the soil, as well as the waste deposited in the area. The same is for the gases. This difficulty of treatment, and not preparing the area to receive size impact directly implies in the resilience cycle. Through literature review sought to estimate if after disabling the landfilling of JCB, the area still be resilient in the face of environmental degradation suffered in more than 50 years of use.

Keywords: Resilience; Municipal Solid Waste; Heavy metals; Landfill; Dump; Contamination

SUMÁRIO

1. Introdução.....	15
1.1 Objetivo Geral.....	16
1.1.1 Objetivos Específicos	16
1.2 Justificativa	17
2. Materiais e Métodos	18
3. Resiliência e seus desdobramentos.....	19
3.1 Resiliência na Física	19
3.2 Resiliência na Psicologia	20
3.3 Resiliência na Ecologia.....	21
3.3.1 Ciclos Adaptativos.	23
3.3.2 Panarquia	25
4. Formas de destinação de resíduo sólido	27
4.1 Processos físico-químicos característicos de aterros	31
.....	34
4.1.1 Influência dos metais pesados.....	36
5. Aterro do Jockey Clube de Brasília.....	38
5.1 Características gerais da área de estudo.....	42
5.2.1 Influência dos metais pesados.....	45
5.3 Resiliência da área.....	47
6. Conclusão.....	52
7. Referências	54

1. Introdução

Marques (2011) afirma que o crescimento acentuado da geração de resíduos sólidos e sua concentração espacial devido à urbanização diminuem as chances de assimilação dos resíduos pelo meio ambiente, afetando assim a sua resiliência, ou seja, sua capacidade de voltar ao ponto anterior ao distúrbio sofrido. De acordo com Rezende et al. (2013), a infraestrutura sanitária da maioria das cidades brasileiras não acompanha o ritmo acelerado desse crescimento. A ausência de medidas mitigatórias influencia no aumento do impacto sobre o ecossistema.

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, de 2015, realizado pela Abrelpe registrou-se aumento no índice de disposição final adequada em aterros sanitários, porém, também houve aumento no volume de resíduos enviados para lixões ou aterros controlados que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção contra danos e degradações do meio ambiente. De acordo com Bacelar (2010, p. 14) os impactos gerados afetam todos os aspectos do meio ambiente, desde o meio físico por meio de da contaminação do ar, do solo e das águas; o meio biótico por meio de da deterioração do habitat de diversas espécie e até mesmo no meio antrópico pela disseminação de doenças.

Os impactos ambientais causados pelo Aterro Controlado do Jóquei Clube de Brasília, mais conhecido como Lixão da Estrutural, não são acontecimentos recentes, afinal, o Lixão está ativo há mais de 50 anos. Entretanto, suas atividades estão próximas de serem encerradas, conforme estipulado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305/2010.

Por meio dessa determinação, após a desativação do Aterro Controlado, todos os rejeitos da capital deverão ser destinados ao Aterro Sanitário de Brasília. Os resíduos recicláveis serão destinados às cooperativas e os orgânicos à unidade de compostagem, que funcionarão de forma conjunta ao Aterro Sanitário. Contudo, a solução não seria apenas a transição de local para melhor disposição final dos resíduos, pois os resíduos depositados no Aterro Controlado do JCB ainda causarão degradação mesmo após o encerramento das atividades do aterro.

Com o crescimento populacional no Distrito Federal, a quantidade de resíduos sólidos urbanos destinados ao Aterro Controlado tende a tomar proporções maiores que as atuais. Os resíduos sólidos urbanos ali descartados são fontes de

contaminação, ricos em metais pesados que somado a outras características do meio resultam em percolado e gases tóxicos. As consequências desta contaminação já estão sendo sentidas, e um exemplo disso foi fechamento da Escola Classe 1 da Estrutural, construída em cima de uma parte antiga do Aterro já soterrado, seu fechamento foi devido ao vazamento de gás metano, que além de tóxico é de caráter explosivo.

Os contaminantes provenientes de aterros de resíduos sólidos urbanos possuem características de difícil tratamento, pois sua composição varia assim como o tempo de decomposição, pois há sempre novos aterramentos que causam uma grande variabilidade. Implicando assim na resiliência, pois com estas variações o ciclo adaptativo da resiliência pode ser maior ou menor de acordo com o seu potencial resiliente. Contudo, é necessário saber se na área em questão ainda há possibilidade de o meio natural voltar ao seu ponto anterior à perturbação ou se há a necessidade de interferência humana para que haja recuperação da área degradada.

Pelas consequências citadas, conforme Beli (2005), as áreas de disposição de resíduo, quando desativadas, encontram-se, invariavelmente, degradadas e necessitam da elaboração de um plano de recuperação, além do monitoramento ao longo dos anos para avaliar a sua evolução.

Para redução do impacto, é comum que haja prática de drenagem de lixiviados e queima dos gases presentes no montante de resíduos. Porém, apenas estas práticas não impedem a geração de impactos ambientais e nem reduzem os impactos já gerados.

1.1 Objetivo Geral

Propor um conceito de resiliência para áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos, para que haja uma melhor compreensão da reação do meio ambiente perante uma degradação sofrida.

1.1.1 Objetivos Específicos

Para o alcance do objetivo geral foram delimitados alguns pontos específicos, sendo estes:

- Analisar as características ambientais da área do Aterro Controlado do Jóquei Clube de Brasília;
- Analisar características e componentes tóxicos dos resíduos sólidos urbanos;
- Analisar pontos característicos de resiliência e as possíveis modificações em um sistema;

1.2 Justificativa

O acúmulo de mais de 50 anos de resíduos sólidos urbanos na área do Jóquei Clube de Brasília, causará impactos até mesmo após o encerramento das atividades do Aterro Controlado JCB, pois, os resíduos ali depositados ainda estarão em processo de decomposição e liberação de contaminantes no meio ambiente, portanto, a área ainda será fonte de contaminação ambiental.

Portanto, somente o encerramento e transição de local da disposição final dos resíduos não poderá ser considerado o fim dos problemas ambientais da área. Por trata-se de uma área em uma localização envolvida em diversas questões ambientais, como por exemplo, a sua fronteira com o Parque Nacional de Brasília, que além de trata-se de uma Unidade de Conservação (UC) em seu interior encontra-se a Barragem de Santa Maria responsável por uma parte de abastecimento de água do Distrito Federal. Desta forma, faz-se necessário que haja uma análise do impacto ambiental proveniente do montante de resíduos sólidos urbanos ali depositados durante todo o período de atividade do aterro, tal como a compilação de informação sobre resiliência ambiental de acordo com as características e componentes químicos de tais resíduos. De tal forma que seja possível realizar estimativa da resiliência do meio ambiente local impactado e sua viabilidade em relação ao tempo demandado pelo meio para que ocorra de forma natural em paralelo à necessidade de requalificação de uso antrópico da área após o encerramento total das atividades do Aterro Controlado do Jóquei Clube, assim como a construção de um conceito de resiliência para áreas de disposição final de resíduos sólidos, facilitando a estimativa da capacidade resiliente local a partir de análises do contexto proposto pelo conceito sendo inferido o tempo de retorno para o estado que encontrava-se antes da degradação.

Porém, necessita-se de um maior conhecimento sobre a situação atual da área, assim como suas características ambientais e as características tóxicas da pilha de resíduos, para que a partir disso haja a possibilidade de analisar quais possíveis soluções serão viáveis para as condições socioambientais e econômicas do local, em busca da posterior minimização do impacto ambiental e recuperação da área.

2. Materiais e Métodos

O trabalho foi estruturado por meio de uma base bibliografia com o objetivo de conhecimentos já existentes sobre o tema proposto, Sendo assim, foram utilizados trabalhos que abordam sobre a temática da resiliência, em diversas áreas, assim como informações e características do Aterro Controlado do JCB e o processo de transição de destinação de RSU no Distrito Federal, assim como os componentes físico-químicos característicos de resíduos sólidos e suas peculiaridades, abordando também as características dos métodos de disposição final mais usuais no país e o impacto ambiental gerado por eles.

A pesquisa envolveu coleta de material bibliográfico e de dados geológicos, estruturais e hidrogeológicos, através de trabalhos acadêmicos, artigos científicos, periódicos, publicações de entidades federais e distritais e imprensa escrita. Possibilitando que este trabalho fosse fundamentado e auxiliando na análise das pesquisas e na manipulação das informações existentes.

Existem poucos trabalhos que possuem informações atualizadas sobre a situação de degradação da área do Aterro Controlado do JCB e suas redondezas. Não há nenhum trabalho que envolva a resiliência do meio ambiente local, ou até mesmo trabalhos brasileiros que envolvessem resiliências em áreas degradadas por má disposição dos resíduos sólidos urbanos. Desta forma, este trabalho realizou estimativas através de materiais disponíveis que possuem informações pertinentes ao trabalho. Buscou-se estudar e compreender tais informações, realizando compilação das mesmas, para que assim fosse possível obter uma conclusão fundamentada.

Para tais conclusões, no decorrer deste trabalho será abordada a temática de Resiliências e seus desdobramentos, passando pela Física, Psicologia e, por fim, na Ecologia, para que possa ser compreendido o funcionamento de um meio ambiente

resiliente e suas características, no capítulo 3. No capítulo seguinte, buscou discutir de modo geral é discutido de forma geral sobre as disposições finais mais comumente empregadas no país, assim como seus processos físico-químicos característicos e a influência exercida pelo metais pesados. No capítulo 5 é voltado para a área do Aterro Controlado do Jóquei Clube de Brasília, abordando as características da área em e envolvendo as características físico-químicas de um aterro, a influência que os metais pesados geram no meio, o tempo de decomposição de resíduos específicos, a resiliência ambiental da área e por fim, a transição de local de destinação dos resíduos sólidos urbanos.

3. Resiliência e seus desdobramentos

O conceito de resiliência, de forma geral, é antigo e amplo, pois está presente em diversas áreas e vem se estruturando por passar dos anos durante o passar dos anos. Apesar de ser um objeto discutido em áreas distintas, em todas elas quando se fala de resiliência se faz ligação com a força, flexibilidade e até mesmo com a superação. O termo transita entre aspectos físicos, psíquicos e biológicos (ecológicos).

3.1 Resiliência na Física

O termo *resiliência* originou-se na Física e de acordo com Blandtt (2007), o seu precursor foi Thomas Yong em 1807, que introduziu pela primeira vez o termo relativo a elasticidade.

Young descrevia experimentos sobre tensão e compressão de barras, buscando a relação entre a força que era aplicada num corpo e a deformação que essa força produzia. Esse cientista foi também o pioneiro na análise dos estresses causados pelo impacto, tendo elaborado um método para o cálculo dessas forças.

(BLANDTT, 2007, p. 02).

O termo na Física é entendido como a capacidade do material em absorver energia sem que sofra deformação. O material é submetido a intervenções externas, como variações bruscas de carga elétrica, quando se causa uma ruptura, ou alguma

deformação, sabe-se que o material não aceita deformação plástica ou elástica. Aqueles que não apresentam deformação são considerados dúcteis, ou seja, elásticos, flexíveis. Os ensaios realizados a partir de tais perturbações podem demonstrar se o material sofreu deformações exclusivamente plásticas ou exclusivamente elásticas ou permanentes. Determinando assim a sua fragilidade ou capacidade de absorver cargas instantâneas, constituindo um índice comparativo de sua plasticidade em relação aos resultados obtidos em outros ensaios com idênticas condições, valendo ressaltar que na comparação de ensaios devem ser analisadas as condições que incidem sobre o material, pois há distintos fatores que podem incidir implicando em resultados distintos.

3.2 Resiliência na Psicologia

Na psicologia o termo *resiliência* começa a ser discutido na psicologia nos anos 70, quando questionavam-se sobre a diferença entre crianças que se adaptavam a sociedade em comparação a crianças que não se adaptavam. A partir daí procurou-se identificar quais fatores de risco e de resiliência que influenciavam no desenvolvimento destas crianças. Segundo Infante (2005), existem duas gerações de pesquisadores nesta área, portanto, tal questionamento faz parte da primeira geração. No desenvolver desta geração, o foco de pesquisa passa de apenas um interesse em qualidades pessoais e começa a focar em um interesse maior, os fatores externos aos indivíduos.

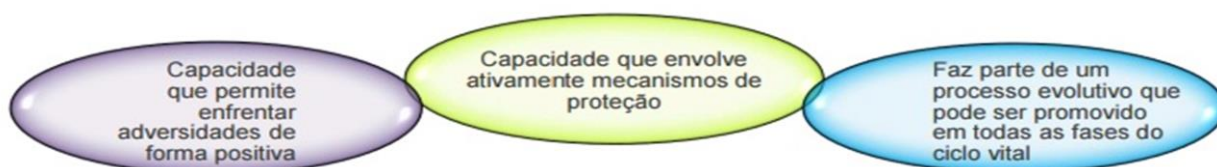
Ainda de acordo com Infante (2005) o questionamento da segunda geração, que começou nos anos 90, era sobre quais seriam os processos associados a uma adaptação positiva, já que a pessoa viveu ou vive em condições de adversidade. Esta geração, que segue até os dias atuais, tenta identificar quais são processos de adaptação resiliente a fim de possibilitar estratégias que possam promover a resiliência e a qualidade de vida.

De acordo com Sordi, Manfro, Hauck (2011-2013), não deve-se pensar em fatores de risco definitivos para a capacidade de resiliência de um indivíduo, pois a vivência de situações adversas pode acarretar em posicionamentos distintos, ou uma desestruturação maior ou uma reorganização e aprendizado. Por mais que os fatores que possam promover a resiliência sejam casos parecidos ou até mesmo

generalizados, é necessário entender o que esses fatores representam para cada indivíduo em tal momento e qual será o seu poder resiliente.

Diversos autores concordam que a resiliência psicológica é constituída por estes três fatores descritos na Figura 1. Conforme pode ser identificado, a resiliência não trata-se de invulnerabilidade, pois, apesar de o indivíduo superar a adversidade ele não sairá ileso desta fase de sua vida, como pregaria o termo invulnerável. Conforme proposto por Teixeira (2015), a má utilização do termo pode caracterizá-lo como mágica, herança genética ou heroísmo, negando seu caráter de aprendizagem, construção e relação com o entorno.

Figura 1: Fatores que constituem a resiliência psíquica.



Ainda de acordo com Teixeira (2015), a difusão do conhecimento de resiliência, pode ser entendido como uma eterna busca do equilíbrio entre os fatores de risco e aqueles protetores da integridade do sujeito.

3.3 Resiliência na Ecologia

O conceito de resiliência ambiental surgiu por meio do ecologista canadense Crawford Stanley Holling, na publicação do seu artigo “*Resilience and stability of ecological systems*” em meados de 1970.

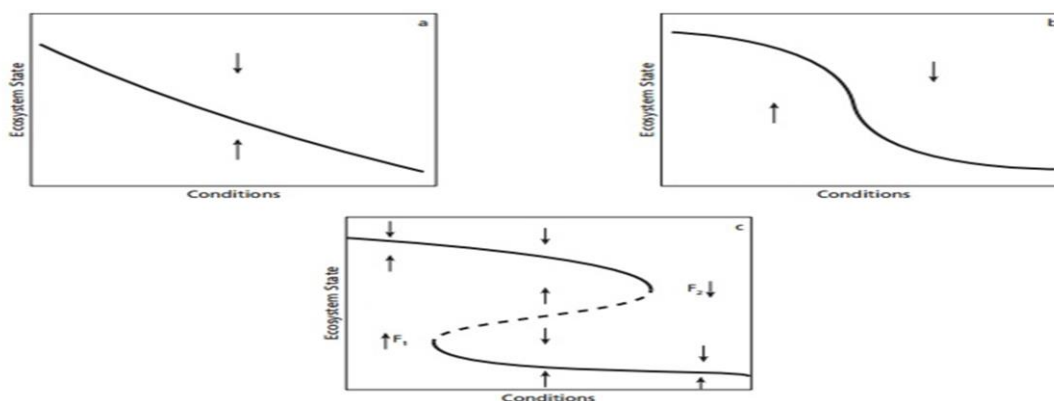
De acordo com Folke (2006, *apud* BUSCHBACHER, 2014) durante uma revisão de literatura sobre a resposta de populações à predação, Holling percebeu que as observações não se encaixava ao que estava proposto em outros estudos, que era enquadrada em diversos outros estudos, padronizando que uma população deve voltar ao seu estado de equilíbrio depois de um surto de predação, porém, chegou a conclusão de que existem, em muitos casos, pontos limiares em ecossistemas, sendo assim era afirmado que o equilíbrio em sistemas ecológicos é

valido apenas em escalas limitadas de tempo e espaço. Segundo Buschbacher (2014) outra contribuição importante de Holling foi chamar atenção para mudanças não lineares que também ocorrem nos sistemas ecológicos.

De acordo com a figura número 2 do gráfico a, b e c, é possível observar uma mudança de variação do estado de um ecossistema em relação aos distúrbios sofridos.

No gráfico “a”, a curva de mudança do sistema é demonstrada da forma mais comum, ou intuitiva, no entendimento da maioria das pessoas em relação a tal mudança, visto como uma mudança linear proporcional a perturbação sofrida. Sendo esta considerada uma visão pertencente ao paradigma reducionista. O gráfico “b” exemplifica como um sistema que está sofrendo algum tipo de distúrbio pode se manter constante até certo tempo, havendo um limite, ou ponto limiar, depois disso mudando drasticamente. Portanto, é uma mudança não linear e imprevisível, pois, não há como prever quando ocorrerá a mudança drástica e não há sinais que certifiquem que está ao menos se aproximando do limite do sistema. Para finalizar, o gráfico “c” apresenta a curvatura mais complexa. O ponto F2 demarca o limiar do sistema, sendo possível visualizar que o sistema passa a funcionar de forma distinta após determinado ponto, comparado a forma de funcionamento anterior, e mesmo que haja diminuição da perturbação, o sistema não volta a condição inicial até que seja alcançado o ponto F1. Tal curva exemplifica um caso de histerese, neste caso podendo ter dois ou mais estados de mudança para um mesmo nível de estresse.

Figura 2: Relação entre perturbação e mudança de estado de um ecossistema



Fonte: (Scheffer et al.,2000, *apud* Buschbacher, 2014)

Gunderson (2000, *apud* Farrall, 2012), realiza a distinção entre a resiliência física e a resiliência ecológica: “a primeira permite a um sistema, após uma perturbação, retornar a um estado ou a uma função pré-designado; a segunda assume a possível coexistência de múltiplos estados de equilíbrio num mesmo sistema, considerando que a velocidade de retorno ao seu estado inicial de equilíbrio é apenas uma das formas de avaliar um sistema em termos da sua resiliência. ”

De acordo com um estudo realizado pela Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (EIRD) em 2004, “resiliência é a capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade, potencialmente expostos a perigos, se adaptar a esta situação resistindo ou modificando-se por forma a atingir e manter um nível aceitável de funcionamento e estruturação. Isto é determinado pela capacidade de auto-organização do sistema social e pela aptidão deste em incrementar as suas competências de aprendizagem e adaptação, incluindo a capacidade de recuperar de um desastre. ”

No centro das teorias de resiliência, encontra-se o chamado ciclo adaptativo;

3.3.1 Ciclos Adaptativos.

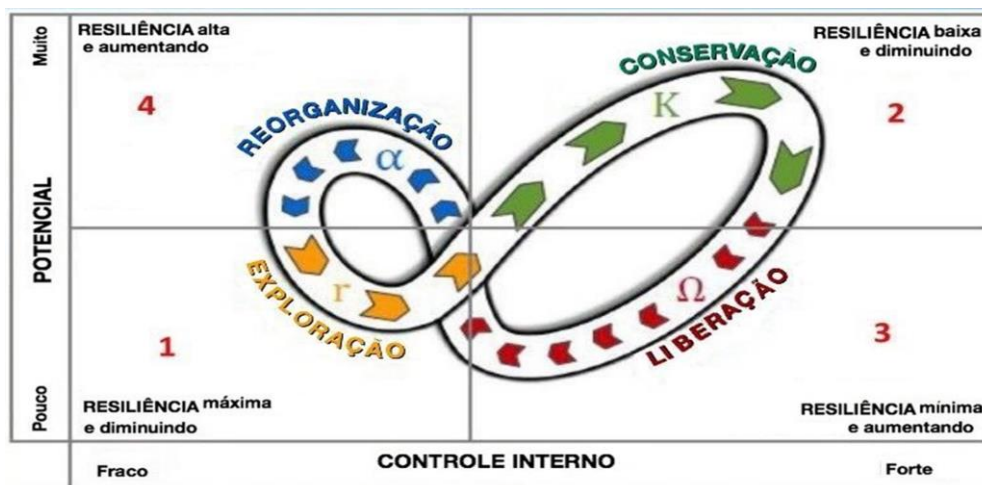
Segundo Holling (2001, *apud* Farrall, 2012), hierarquias e ciclos de adaptação constituem a base dos ecossistemas e dos sistemas socioecológicos, através de suas diversas escalas.

Os ciclos estão interligados hierarquicamente podendo resultar em um efeito estabilizador através de memórias antigas que estão gravadas na estrutura do sistema, permitindo assim que ocorra recuperação até determinado ponto, após a ocorrência de um estresse. No entanto, estas mesmas hierarquias podem desestabilizar um sistema, quando a rede de ligação entre as diversas escalas se torna extremamente densas e intensas, aonde pequenas perturbações podendo gerar crises globais causando inúmeros efeitos.

Conforme Buschbacher (2014), os ciclos adaptativos são utilizados para caracterizar a dinâmica de sistemas que podem ter um equilíbrio por algum tempo e posteriormente possa sofrer uma mudança rápida e até mesmo inesperada. De acordo com ele, o ciclo tem quatro fases e é dividido em duas partes (FIGURA 3). Sendo a primeira parte lenta para frente, começando com a colonização (fase r) passando por um longo processo de crescimento gradual. O sistema pode chegar a

uma condição relativamente estável que dura um longo tempo (fase K). Os símbolos “r” e “K” originam-se da equação de crescimento populacional, em que o “r” representa a taxa intrínseca de crescimento e “K” a capacidade de carga do ambiente em questão. A teoria de Holling, além de declarar que o equilíbrio do sistema não é permanente e sim transitório, diz que enquanto o sistema fica estável, na fase K, ele acumula vulnerabilidades e fragilidades. O sistema pode resistir durante muito tempo a pequenas perturbações, porém, em algum momento pode sofrer um distúrbio que o leve a um rápido e grande colapso (fase Ω). O distúrbio gerador do colapso pode ser algo eventual, extremo ou até mesmo pequeno, chegando em um momento de maior vulnerabilidade do sistema. A segunda parte do ciclo, para trás, é bem mais rápida que a primeira parte, pois o colapso libera recursos que permitem a reorganização dos “ativos” acumulados (fase α), iniciando um novo ciclo.

Figura 3: Ciclo Adaptativo



Fonte: (Adaptado de De los Rios, 2009)

Conforme Farrall (2012), a resiliência diminui à medida que o sistema avança na fase K, e aumenta quando o sistema atravessa rapidamente a fase α para iniciar um novo ciclo, conforme pode ser verificado na figura acima (FIGURA 3). Segundo Redman e Kinzig (2003, *apud* Farral, 2012), atributos que conferem resiliência na fase de reorganização podem ser secundários na fase de consolidação, enquanto os que determinam a resiliência nas escalas superiores podem ser secundários nas escalas inferiores.

Buschbacher (2014, p. 18) afirma que a nova visão de gestão de sistemas de Holling gera um conceito de resiliência por si, afirmando que “resiliência é a capacidade do sistema em manter suas características essenciais de estrutura e função, mesmo após de um colapso e reorganização. Ademais, resiliência é uma síntese entre estabilidade e dinâmica, integrando as ideias de mudança e limites.”. Ainda afirma que para melhor entendimento do conceito, é necessário saber distinguir “estado” do sistema de seu “regime”: estado refere-se às condições específicas do sistema em um dado momento, enquanto regime trata-se das características gerais de estrutura e função do sistema. Ou seja, o estado de um sistema resiliente pode mudar todo o tempo, porém, tais mudanças giram em torno de suas características gerais de estrutura e função, logo, giram em torno do regime do sistema.

Para exemplificar tais questões, Buschbacher discorre que:

“Floresta” seria um regime, dentro do qual um local poderia mudar do estado de “floresta nova” para o estado de “floresta madura”, ou até para o estado de “floresta queimada”; se está em processo de recuperação, se mantém no “regime” floresta. Caso o desmatamento regional mude o clima e o banco de sementes ao ponto em que a floresta não se recupere mais, trata-se de uma mudança de regime (para savana, por exemplo). (BUSCHBACHER, 2014, p.18)

Outro ponto importante é que a definição do “regime” do sistema e a caracterização do seu estado não são absolutas, pois possuem caráter interpretativo e de definição do observador. Também é importante compreender que a mudança de “regime” do sistema, é considerada uma transformação, ou seja, depois do colapso e reorganização o sistema pode ficar no mesmo regime e começar um novo ciclo, conforme o exemplo acima.

Em geral, tais hierarquias de ciclos adaptativos formam uma “Panarquia”.

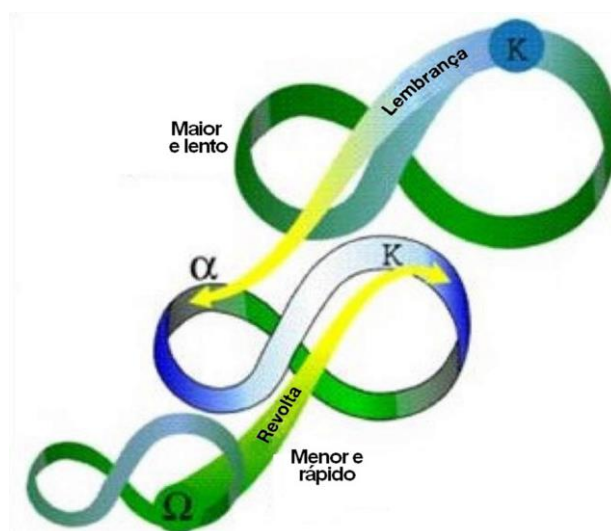
3.3.2 Panarquia

O termo descreve de que forma um sistema pode vir a se inventar e experimentar construindo novas oportunidades, ao mesmo tempo em que mantêm a

estabilidade e a capacidade de absorver processos desestabilizadores, sendo um sistema ao mesmo tempo conservador e criativo. (FARRALL, 2012).

A figura 4 demonstra as três escalas pertencentes à panarquia, ressaltando algumas relações. Comparando as mudanças no sistema de escala maior com os de escala menor, é possível verificar que em escala maior são tipicamente mais lentas do que as que ocorrem em escala menor, pois possui um ciclo adaptativo mais rápido. As pequenas mudanças que são frequentes em sistemas de escala menor podem incentivar uma mudança no sistema maior (revolta). Porém, quando o sistema menor passa por algum tipo de distúrbio, o sistema maior pode ajudar a manter a continuidade do regime (lembrança). (BUSCHBACHER, 2014, p. 18-19)

Figura 4: Ligações de Panarquia



Fonte: (Adaptado de Holling e Gunderson, 2002, *apud* Farrall, 2012)

Segundo afirmação de Farrall (2012, p. 52) “um dos paradoxos associados ao conceito de resiliência, enquanto propriedade dos sistemas dinâmicos adaptativos reside no facto de um sistema mais resiliente implicar maior flexibilidade e, portanto, um controle mais lasso. No entanto, um sistema resiliente é igualmente definido pela sua capacidade em manter a sua estrutura e o controle.” O segundo paradoxo é proposto por Redman e Kinzig (2003), exposto por Farrall (2012), uma vez que os sistemas dinâmicos estão em constante mudança, o conceito de resiliência inclui também uma capacidade de aprendizagem e de adaptação que envolve uma complexidade organizacional crescente, aqui existindo o paradoxo, já que o recurso

a um aumento da complexidade para ultrapassar um problema em curto prazo pode impossibilitar a sua resolução a longo prazo.

Toda essa conceituação nos auxiliará a compreender a atual situação da Estrutural. Pertencente a XXV região administrativa de Brasília, o Setor Complementar de Indústria e Abastecimento– SCIA. Para que posteriormente possamos estimar a sua possível situação ambiental, especificamente da área do Jóquei Club, popularmente conhecido como Lixão da Estrutural.

4. Formas de destinação de resíduo sólido

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (2000), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), são coletados diariamente no Brasil 228.413 toneladas de resíduos sólidos. Neste período 48.321,7 toneladas eram destinadas a lixões, 84.575,5 ton. a aterro controlado e 82.640,3 ton. a aterro sanitário, e o restante, 12.875,5 ton. eram distribuídos em quantidades relativamente menores, se comparadas as anteriores, a vazadouros em áreas alagadas, estações de compostagem e triagem, incineração, locais não fixos.

Apesar da quantidade de resíduos sólidos destinados a aterros serem significativamente maiores que as quantidades destinadas aos lixões, a PNSB mostra que os resultados neste período não eram tão favoráveis, dos 5.507 municípios existentes no país, 63,6% utilizavam lixões e 32,2% utilizavam aterros (13,8% sanitários, 18,4% aterros controlados) (FIGURA 05).

Figura 5: Destinação final por quantidade de resíduos (%)



Fonte: (Jucá, 2003)

Devido à essa grande utilização de vazadouros a céu aberto e ao impacto gerado por estes ao meio socioambiental, em 2 de agosto de 2010 foi sancionada a Lei 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, que determinava o fim da utilização dos lixões no país até agosto de 2014. A partir desta data o lixão que ainda estivesse em funcionamento operaria de forma ilegal ficando suscetível a multa.

Porém, no dia 1º de julho de 2015, o Senado aprovou a prorrogação por mais dois anos para o fechamento. Contudo, uma emenda foi apresentada no plenário modificando os prazos, escalonando-os de acordo com o município, ficando assim o prazo nacional entre 2018 e 2021. Segundo o senador, Fernando Bezerra Coelho (PSB-PE), os prazos foram estabelecidos de acordo com o perfil do ente federativo, conferindo prazos longos para municípios com população inferior a 50 mil habitantes e mais curtos para capitais e municípios integrantes de região metropolitana.

A PNRS visa à transição do uso de lixões para aterros sanitários e que para estes sejam destinados apenas rejeitos.

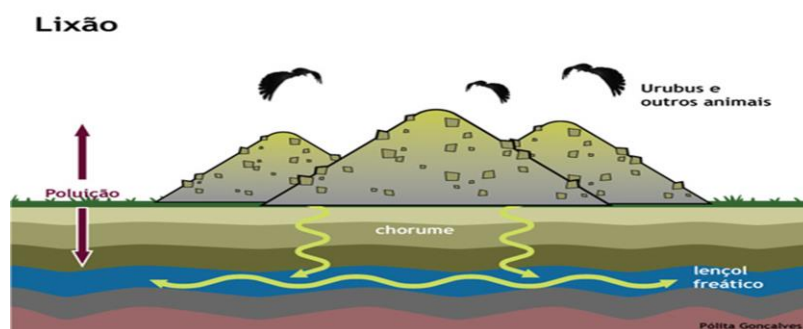
Existem três locais mais usuais de destinação de resíduos sólidos, cada um possuindo sua forma de funcionamento e proporção de impacto causado ao meio socioambiental, sendo eles:

- Vazadouro a céu aberto (Lixão):

Mello (2008) afirma que vazadouro a céu aberto é a opção mais simples e usual para acomodação final de resíduos sólidos, porém imprópria, uma vez que se torna foco de inúmeros problemas socioambientais.

É o local de disposição de todo tipo de resíduo a céu aberto, não possuindo nenhuma proteção ao meio ambiente e a sociedade a sua volta. Não há nenhuma preparação prévia do solo antes da deposição dos resíduos, e nenhum sistema de tratamento de efluentes (chorume) que penetram pelo solo, contaminando assim o solo e o aquífero. Há a possibilidade de tal aquífero ser um meio de recarga de zonas de águas superficiais, podendo assim transmitir os contaminantes para pontos hídricos distantes ao lixão (FIGURA 06). Também há presença de insetos, roedores, aves e até mesmo outros tipos de animais, como cachorros e gatos que também podem transmitir doenças, assim como, catadores, em busca de alimento, objetos que ainda possam ser utilizados ou para venda.

Figura 6: Esquema de um lixão e sua propagação de contaminantes



Fonte: (Agenda 21- Comperj, 2013)

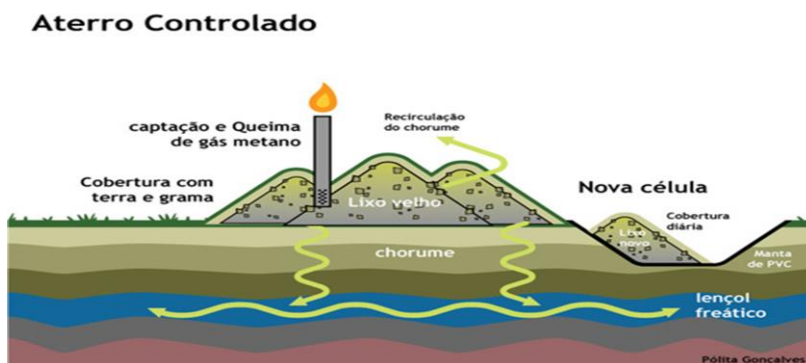
Diversos catadores utilizarem a área como de fonte de renda e/ou moradia, expondo-se a riscos de contaminações por efluentes e gases tóxicos presentes no local.

- **Aterro Controlado:**

É considerado uma fase intermediária entre o lixão e o aterro sanitário, cuja característica consiste no cuidado de, diariamente, cobrir os resíduos sólidos com uma camada de terra ou outro material de forração visando diminuir a incidência de insetos e outros animais transmissores de doenças. (RODRIGUES, 2011, p. -)

Segundo Lima (1995, *apud* Lauermann, 2007) não há nos aterros controlados impermeabilização do solo e apesar de não ser prevista a implantação de sistema de captação de gases e efluentes, isso ocorre em alguns casos. O lixo depositado recebe uma cobertura diária de material inerte, o que não resolve os problemas de poluição. Outra tentativa de diminuir os problemas são as práticas de recirculação do chorume que é coletado e levado para cima da pilha de resíduos, em busca de diminuir a absorção pelo solo, ou outro tipo de tratamento para o chorume como uma estação de tratamento, lagoas de estabilização (FIGURA 07).

Figura 7: Esquema de um aterro controlado e sua propagação de contaminantes



Fonte: (Agenda 21- Comperj, 2013)

Normalmente é uma pilha de resíduos sólidos que diariamente, após a deposição dos materiais descartados, recebe a cobertura com material inerte, como argila, por exemplo. O aterro controlado pode apresentar vários problemas que estão associados aos lixões, apesar de minimizar os impactos ambientais. Esta prática de transformação de um lixão em um aterro controlado, objetiva prolongar a vida útil do aterro e minimizar seus impactos socioambientais.

- **Aterro Sanitário:**

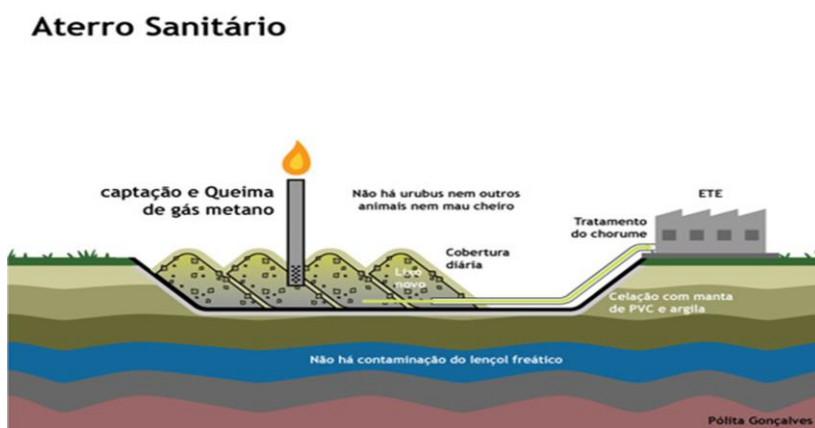
De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1984), NBR 10004, aterro sanitário consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança.

De acordo com a PNRS, é o destino final que deverá ser adotado em todo o país para depósito de resíduos sólidos. Porém apresentam uma vida útil de curta duração, controle e manutenção constante e utilização de grandes extensões de terra.

É dotado de um conjunto de técnicas que reduzem os impactos socioambientais do tratamento de resíduos sólidos. É realizado um prévio nivelamento de terra e impermeabilização total do solo e selamento da base com argila e mantas de Policloreto de Vinila (PVC), impedindo assim que o chorume possa contaminar o aquífero. O chorume é coletado e tratado em uma estação de tratamento de efluentes (ETE). Há uma cobertura diária do lixo com material

adequado, assim como acontece em aterros controlados, não ocorrendo assim a proliferação de vetores, odores e poluição. Seu interior deve possuir um sistema de drenagem de gases que possibilite a coleta do biogás, constituído por metano, gás carbônico (CO₂) e água (vapor), entre outros, formados pela decomposição de matéria orgânica. Este efluente deve ser queimado ou beneficiado, ou seja, estes gases podem ser queimados na atmosfera ou aproveitados para geração de energia. São aplicados critérios de engenharia e normas operacionais específicas para confinar os resíduos com segurança, do ponto de vista do controle da poluição ambiental e proteção à saúde pública – desde a escolha da área até a preparação do terreno, operação, determinação de vida útil e recuperação da área após seu encerramento. (FIGURA 08)

Figura 8: Esquema de um aterro sanitário e sua proteção para não contaminação



Fonte: (Agenda 21- Comperj, 2013)

Nesse sistema de disposição não deve existir catadores e a quantidade de resíduos depositados deve ser controlada.

4.1 Processos físico-químicos característicos de aterros

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT (2000) e Williams (2002, *apud* Bacelar, 2010, p.18) de uma forma geral, os

processos de decomposição dos resíduos sólidos ocorrem em cinco fases, sendo elas:

- Fase Um: Degradação Aeróbia ou Hidrólise em que os microrganismos aeróbios, ou seja, aqueles que utilizam oxigênio na decomposição de matéria orgânica dão início à decomposição do lixo.
- Fase Dois: Hidrólise e Fermentação, em que os microrganismos presentes são facultativos, tolerando o decaimento do teor de oxigênio. Hidrocarbonetos são hidrolisados para açúcares e há a formação de ácidos orgânicos;
- Fase Três: Fase Acetogênica pode perdurar por alguns anos, são produzidos compostos orgânicos simples e de alta solubilidade, principalmente ácidos graxos voláteis, como o ácido acético e amônia.
- Fase Quatro: Fase Metanogênica, é a fase mais longa de todo o processo em que ocorre a produção do biogás pelas bactérias mesofílicas e termofílicas. A produção de biogás pode durar até 30 anos após a deposição dos resíduos. Segundo QIAN et al. (2002) aterros encerrados em regiões de clima árido podem gerar uma quantidade mínima de gás por um longo tempo, chegando até 100 anos;
- Fase Cinco: Oxidação, que é a fase final da degradação orgânica, com baixa produção de biogás e presença de lixiviados com menores concentrações.

Essas fases podem ocorrer simultaneamente durante a vida ativa de um aterro, pois há sempre aterramento de novos resíduos, causando uma grande variabilidade na idade do material disposto. (Meira, 2003)

Tais resíduos sólidos podem apresentar efeitos maléficos através de agentes físicos, químicos e biológicos.

Agentes físicos interferem quando os lixos acumulados às margens de cursos d'água ou de canais de drenagem e encostas. Provocando assim o seu assoreamento e deslizamentos. Já os químicos tratam-se da poluição atmosférica causada pela queima do lixo a céu aberto, poluição do solo e dos corpos hídricos por substâncias químicas presentes nos resíduos. Os biológicos constituem em foco de proliferação de vetores transmissores de doenças.

Dentre os impactos causados por tais agentes há a formação do chorume, líquido produzido pelo lixo orgânico de coloração escura e odor desagradável

constituído basicamente por água rica em sais minerais, metais pesados e matéria orgânica. Formado a partir das reações físicas e químicas, os materiais depositados estão sujeitos a ação de microrganismos na decomposição da matéria orgânica presente em elevada concentração nos resíduos sólidos urbanos. A sua composição está condicionada a uma série de fatores e seus componentes químicos são variáveis, possuindo relação com os tipos de resíduos que são depositados na área. Sabe-se que parte dos resíduos depositados possuem elementos tóxicos (TABELA 1).

Tabela 1: Íons possivelmente encontrados em chorumes e suas fontes.

Íons	Fontes
Na, K, Ca, Mg	Material orgânico, entulhos de construção, cascas de ovos
P, N, C	Material orgânico
Al	Latas descartáveis, cosméticos, embalagens laminadas em geral
Cu, Fe, Sn	Material eletrônico, latas, tampas de garrafas
Hg, Mn	Pilhas comuns e alcalinas, lâmpadas fluorescentes
Ni, Cd, Pb	Baterias recarregáveis (celular, telefone sem fio, automóveis)
As, Sb, Cr	Embalagens de tintas, vernizes, solventes orgânicos
Cl, Br, Ag	Tubos de PVC, negativos de filmes e raio-X

Fonte: (Rodrigues, 2004 apud Lauermann, 2007)

Segundo Costa (2002), existe variação das concentrações dos constituintes presentes no chorume, de acordo com a composição dos próprios resíduos sólidos depositados e com as condições ambientais como a umidade, oxigênio disponível, a temperatura e o pH do meio.

Conforme Renou et al (2008, *apud* Araújo, 2015, p.33-34) as características do material lixiviado podem estar agrupadas da seguinte maneira:

- Matéria orgânica dissolvida (MOD) expressa pela DBO, DQO ou pelo Carbono Orgânico Total (COT), ácidos graxos voláteis, incluindo ácidos fúlvicos e húmicos.
- Macropoluentes inorgânicos Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} , NH_4^{+} , Fe^{+2} , Mn^{+2} e SO_4^{2-}
- Metais pesados como Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn; B; As, Ba, Se; Hg e Co.
- Compostos orgânicos xenobióticos originários de resíduos domésticos e químicos, presentes em baixas concentrações, incluindo hidrocarbonetos aromáticos, fenóis e disruptores endócrinos.

De forma geral, os níveis de concentração destes constituintes em lixiviados de aterros, segundo Tchobanoglous et al., (1993), Kjeldsen et al (2002) e Baun e

Christensen (2004), Silva (2005), citados por Mannarino et al (2011) foram especificados na tabela 2 e 3.

A tabela 2 demonstra a variação de concentração dos principais constituintes inorgânicos e metais pesados.

Tabela 2: Concentração dos principais constituintes inorgânicos e metais tóxicos em percolado de aterros de resíduos sólidos urbanos

Parâmetro	Faixa de variação de concentrações (mg/L)
Macroconstituintes inorgânicos	-
Cloreto	150 – 4.500
Fósforo total	0,1 – 23
Sulfato	8 – 7.750
Bicarbonato	610 – 7.320
Sódio	70 – 7.700
Potássio	50 – 3.700
Cálcio	10 – 7.200
Magnésio	30 – 15.000
Ferro	0,08 – 5.500
Manganês	0,01 – 1.400
Sílica	4 – 70
Metais tóxicos	-
Arsênio	0,005 – 1,6
Cádmio	0,00002 – 0,4
Cromo	0,005 – 1,5
Cobalto	0,005 – 1,5
Cobre	0,0005 – 10
Chumbo	0,0005 – 2
Mercurio	0,00005 – 0,05
Níquel	0,0015 – 3,2
Zinco	0,03 – 150

Fonte: (Adaptada de Kjeldsen et al, 2002 e Baun e Christensen, 2004 *apud* Mannarino et al, 2011)

A tabela 3 demonstra os microrganismos potencialmente patogênicos que podem está presente na composição do chorume.

Tabela 3: Microrganismos presentes em percolado de aterros de resíduos sólidos urbanos

Tipo	Organismo	Concentração
Bactérias	Coliformes totais ¹	1,9 x 10 ⁹
	Coliformes fecais (termotolerantes) ¹	1,7 x 10 ⁹
	<i>E. coli</i> ¹	4,3 x 10 ⁸
	Enterococos ¹	2,7 x 10 ⁸
	Estreptococos fecais ¹	6,7 x 10 ⁹
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ²	3,4 x 10 ⁵
	Bactérias heterotróficas ²	1,4 x 10 ⁸
Fungos	-	1,6 x 10 ⁸

Fonte: (Silva, 2005 *apud* Mannarino, et al, 2011)

Concentrações elevadas, complexas e diversas sugerem que pode haver efeitos toxicológicos sinérgicos ou antagonistas entre os constituintes da composição química e biológica do chorume.

Além da produção de chorume, há também a produção de um gás denominado biogás. O biogás é composto basicamente por metano e dióxido de carbono. De acordo com Bacelar (2010), sua geração é proveniente tanto da volatilização de compostos químicos como da biodegradação principalmente anaeróbia da matéria orgânica.

O metano presente em sua composição é produto da decomposição anaeróbia e a partir de concentrações de 5%, pode ser explosivo. Já a presença de outros gases e seus percentuais varia de acordo com o tipo e quantidade de resíduos degradados em função da idade do aterro.

O dióxido de carbono é um subproduto das fases aeróbia e anaeróbia de decomposição dos resíduos, contribuindo para o aumento da dureza e diminuição do pH da água percolada. Já a presença de nitrogênio e oxigênio pode ser resultado da intrusão de ar através da cobertura do aterro, ou vazamento, em caso da existência de sistemas de controle. O hidrogênio é somente produzido durante a decomposição aeróbia e nos primeiros estágios da decomposição anaeróbia

Na tabela a seguir essas concentrações foram generalizadas de acordo com a idade do aterro, pode-se inferir que as concentrações são aproximadas as ditas de aterros antigos superiores a 10 anos de ativação. Normalmente há uma maior preocupação quanto à concentração de metais pesados presentes no chorume lixiviado na área do aterro de resíduos sólidos (TABELA 4).

Tabela 4: Concentrações características de MOD, substâncias inorgânicas e alguns elementos em percolado de aterros de resíduos sólidos urbanos

Parâmetro	Concentração (mg/L, exceto pH)		
	Aterros novos (menos de 2 anos)		Aterros antigos
	Faixa de variação	Típico	(mais de 10 anos)
DBO ₅	2.000 – 30.000	10.000	100 – 200
COT	1.500 – 20.000	6.000	80 – 160
DQO	3.000 – 60.000	18.000	100 – 500
Sólidos suspensos totais	200 – 2.000	500	100 – 400
Nitrogênio orgânico	10 – 800	200	80 – 120
Nitrogênio amoniacal	10 – 800	200	20 – 40
Nitrato	5 – 40	25	5 – 10
Fósforo total	4 – 100	30	5 – 10
Alcalinidade como CaCO ₃	1.000 – 10.000	3.000	200 – 1.000
pH	4,5 – 7,5	6,0	6,6 – 7,5
Dureza total como CaCO ₃	300 – 10.000	3.500	200 – 500

Fonte: (Tchobanoglous et al., 1993 *apud* Mannarino et al, 2011)

Para aterros antigos, QIAN et al (2002 *apud* Bacelar, 2010) indicam que há uma produção média anual de 2,50 Nm³ por tonelada de resíduo aterrado. Afirmam ainda que cerca de 150 diferentes tipos de gases podem ser encontrados no biogás, porém, não são todos os aterros que apresentam todos os compostos. Já a Rede Nacional de Extensão e Capacitação Tecnológica em Saneamento Ambiental - ReCESA (2008) estima que há uma geração de 370 a 400 Nm³ por tonelada de matéria seca digerida.

Em caso de aterro antigo, se houver concentrações residuais de hidrogênio podem indicar áreas com baixa produtividade de biogás.

. Além do risco de explosão há também a poluição atmosférica e danos diretos a saúde pela inalação dos gases. Real (2005) afirma que cerca de 5 a 10% do total de gases poluentes existentes na atmosfera foram gerados pelos aterros controlados, sanitários e vazadouros a céu aberto.

4.1.1 Influência dos metais pesados

Metais pesados ocorrem naturalmente nos solos em concentrações e/ou formas que não oferecem riscos ao ambiente (TABELA 5) e desempenham funções importantes na nutrição de plantas e animais, como por exemplo, o cobalto (Co), cobre (Cu) e zinco (Zn). Já outros são danosos a vários componentes da biosfera, exercendo efeitos deletérios, que é o caso do arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb) e selênio (Se).

Tabela 5: Concentrações de alguns metais no solo.

Metal	Média para solos (mg/kg)	Gama comum para solos (mg/kg)
Al	71000	10000-300000
Fe	38000	7000-550000
Mn	600	20-3000
Cu	30	2-100
Cr	100	1-1000
Cd	0,6	0,1 - 0,7
Zn	50	10 - 300
As	5	1 - 050
Se	0,3	0,1 - 2
Ni	40	5 - 500
Ag	0,05	0,01 - 5
Pb	10	2 - 200
Hg	0,04	0,01 - 0,3

Fonte: (Adaptado de USEPA ,1999 *apud* Fantinatti Neto, 2007)

Em listas de metais pesados emitidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, o cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco, cobalto, níquel, vanádio, alumínio, prata, cádmio, cromo, mercúrio e chumbo aparecem com maiores frequências. (Marques, 2011)

Os metais podem ocorrer no solo sob diversas formas [...] e sua distribuição é influenciada pelas propriedades do solo, como o pH, textura, composição mineral, características do perfil, potencial redox, CTC, quantidade e tipo de componentes orgânicos no solo e na solução, presença de outros metais pesados, temperatura do solo, conteúdo de água e outros fatores que afetam a atividade microbiana. Estes fatores que afetam a distribuição dos metais pesados no sistema solo controlam sua solubilidade, mobilidade no meio e disponibilidade às plantas. (Kabata-Pendias & Pendias, 1992 *apud* Miranda, 2010, p. 9)

Segundo Andrade (2005), a capacidade de um resíduo em ocasionar dano é dependente a sua composição, assim como a forma de seu gerenciamento.

Os metais pesados estão presentes em diversos tipos de resíduos e quando não tratados de forma correta são contaminantes em potencial. Estes resíduos são exemplificados por Miranda (2010): lâmpadas, pilhas, baterias, restos de tintas, restos de produtos de limpeza, óleos lubrificantes, solventes, embalagens de aerossóis, componentes eletrônicos, resíduos de produtos farmacêuticos,

medicamentos, lataria de alimento, plásticos, entre outros. Os aterros de resíduos sólidos urbanos apresentam vários componentes ricos em metais pesados.

Os metais pesados podem seguir diferentes vias de fixação, liberação ou transporte quando estão incorporados ao solo. Se retidos no solo, podem ser absorvidos por plantas e assim serem incorporados as cadeias tróficas, ou podem passar para a atmosfera por volatilização ou até mesmo atingir águas superficiais e subterrâneas (Miranda, 2007). A partir da interação solo-metal que os metais são introduzidos verticalmente para baixo dentro do solo. A extensão da contaminação vertical é relacionada diretamente com a solução presente no solo, geoquímica e a mobilidade no solo. De acordo com Fantinatti Neto (2007), a mobilização dos metais por mecanismos de adsorção e precipitação pode prever o seu movimento subterrâneo.

As substâncias que geram maiores preocupações em relação ao meio ambiente e a saúde são as que possuem propriedades tóxicas, persistentes e de bioacumulação. As principais propriedades dos metais pesados são os elevados níveis de reatividade e bioacumulação, ou seja, além de serem capazes de desencadear diversas reações químicas em que os organismos vivos não podem degradar (em grandes quantidades), também possuem a capacidade de serem acumulativos ao longo da cadeia alimentar (Calabuig, 2004 *apud* Ribeiro, 2006).

Segundo Alloway (2010, *apud* Ribeiro, 2006) as concentrações totais dos metais pesados no solo, isto é, todas as formas do elemento, permitem averiguar se o solo está contaminado e se existe risco de toxicidade para as plantas, fauna e microrganismos. Existem alimentos que são capazes de absorver e acumular metais, como por exemplo, a alface, que segundo Alloway (1995), absorve e acumula cádmio.

5. Aterro do Jóquei Clube de Brasília

Anterior ao funcionamento em forma de Aterro Controlado, a área exercia atividades como vazadouro a céu abertos, um lixão, porém analisando o que foi estabelecido na Deliberação Normativa Nº 118/2008 do COPAM (Conselho de Política Ambiental) para a transição de lixão a aterro controlado, nem todos os

requisitos foram atendidos, conforme dados já informados, os requisitos estabelecidos são:

- O lixão não deve estar localizado em áreas de reconhecida formação cárstica ou sobre qualquer outra formação geológica propícia à formação de cavernas; *f* o lixão não deve estar localizado em áreas erodidas, em especial em voçorocas ou em áreas de preservação permanente;
- A área deve possuir solo de baixa permeabilidade e possuir declividade média inferior a 30%;
- O lixão não deve estar localizado em área sujeita a eventos de inundação;
- O lixão deve estar situado a uma distância mínima de 300 metros de cursos d'água ou qualquer coleção hídrica. Poderão ser admitidas distâncias entre 200 e 300 metros, desde que não exista alternativa locacional e seja encaminhada à FEAM declaração emitida por profissional devidamente habilitado, com apresentação de cópia da Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, afirmando a viabilidade locacional, conforme modelo constante do Anexo I da DN 118/2008.
- O local deve estar a uma distância mínima de 500 metros de núcleos populacionais;
- O local deve estar a uma distância mínima de 100 metros de rodovias federais, a partir da faixa de domínio estabelecida pelos órgãos competentes.

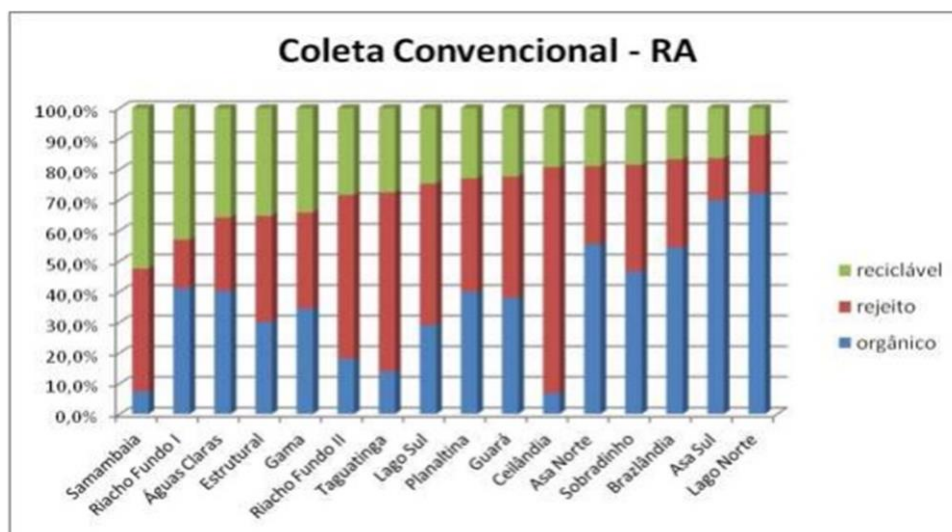
Segundo os dados já informados, sabe-se que nem todos estes requisitos foram cumpridos na transição local para o atual Aterro controlado. A área escolhida visava a maior distância do Plano Piloto e custos reduzidos de transporte em relação à distância, não prevendo o crescimento habitacional.

Atualmente o Distrito Federal possui 31 Regiões Administrativas (RA), e de acordo com o SLU, o atendimento de coleta de resíduos sólidos domiciliares ocorre em todas as RA's; em 2015 foram coletadas em média 2.621 toneladas de resíduos sólidos por dia em todo o DF, por volta de 0,80 kg por habitante por dia. Cerca de 670 ton/dia foram processadas em duas unidades de Tratamento Mecânico Biológico (TMB) para a retirada de materiais recicláveis e matéria orgânica para a compostagem. Destas, foram aproveitadas 28 ton/dia de recicláveis e 122 ton/dia de

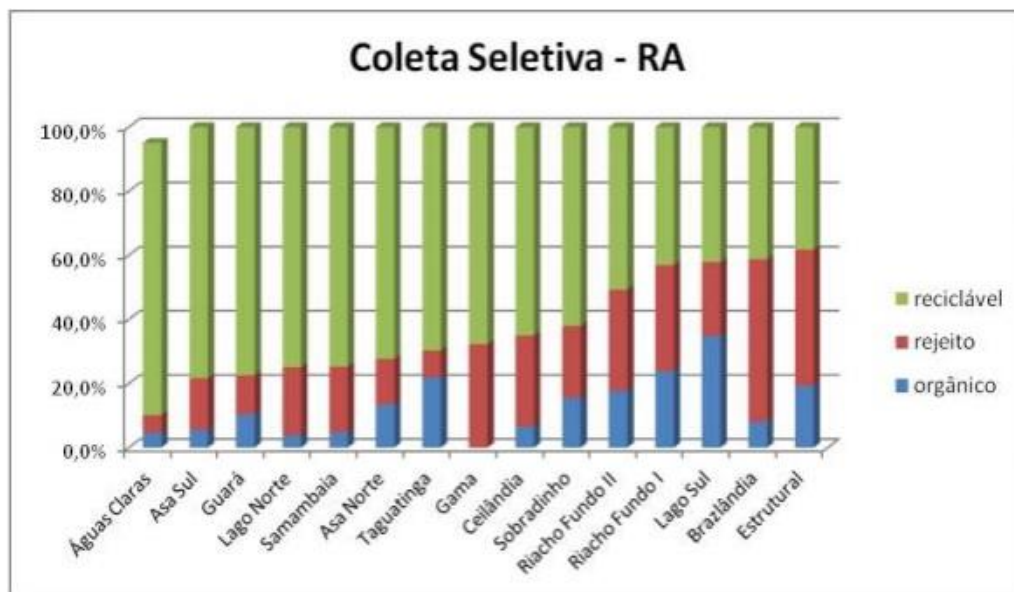
composto orgânico. Além dos resíduos domiciliares, o aterro recebe cerca de 6.000 ton/dia de resíduos de construção civil.

Em análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da coleta convencional e seletiva realizada pelo SLU no período de agosto, outubro e novembro de 2015, sendo interrompido em setembro para ajustes na metodologia, foram caracterizados cinco grupos e seus subgrupos: papel (papel colorido, branco, misto, jornal e papelão), plásticos (plástico duro, PET, plástico mole e plástico filme), metais (alumínio, latão e outros tipos de metais), vidros (vidro branco, verde, âmbar e outros), matéria orgânica (alimentos e podas) e outros (embalagens longa vida, isopor, tecido, vestuário); e rejeitos. Provenientes de 16 RA's e utilizados para comparação entre ambas às coletas e descartes entre as RA's em relação a matérias recicláveis presentes em coletas convencionais e rejeitos presentes em coletas seletivas (FIGURA 9 e 10).

Figura 9: Resultados percentuais de coleta convencional de cada RA



Fonte: (SLU, 2015)

Figura 10: Resultados percentuais de coleta seletiva de cada RA

Fonte: (SLU, 2015)

Em fevereiro de 2014 foi implantada a coleta seletiva para todas as regiões administrativas, sendo coletadas em média 184 toneladas por dia para quatorze organizações de catadores filiadas ao Programa da Coleta Seletiva. Cinco das instalações foram construídas na Cidade Estrutural visando o aproveitamento do grande contingente de catadores existentes no local, habituados a obter trabalho e renda a partir dos resíduos sólidos.

A coleta seletiva não é prevista em aterro controlado, mas um dos objetivos de sua implantação foi a diminuição do contingente de resíduos destinados ao atual aterro. A implantação é um processo obrigatório para destinação em aterro sanitário, pois, conforme prevê a PNRS, materiais passíveis de reciclagem devem ser aproveitados por meio de processos de coletas seletivas e instalações adequadas para o recebimento desse material, para posterior triagem pelos catadores e para a compostagem, para que apenas os rejeitos sejam destinados ao local.

Nos seis primeiros meses de 2016 foram coletados ao todo cerca de 415 mil toneladas de resíduos. Nesse contexto, os impactos ambientais se tornam mais preocupantes. O descarte de resíduos sólidos tende a crescer a cada ano, e a área de destinação já sofre o impacto da deposição referente aos anos de funcionamento.

O aterro controlado do JCB se tornou um grande foco de degradação ambiental. A sua situação precária é incompatível com o padrão e importância do DF no contexto nacional é reconhecida pelo SLU no Relatório dos Serviços de Limpeza

Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Distrito Federal (2016). E segundo o Relatório, o licenciamento ambiental do Aterro do JCB foi solicitado à antiga SEMARH (Secretária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos) nos autos sob o nº: 191.000.906/1992. Esse processo está em análise no IBRAM (Instituto Brasília Ambiental) e reúne informações gerais sobre o aterro, mas até a publicação do relatório nenhuma licença ambiental havia sido concedida.

Conforme mencionado, não estão previstos sistemas mitigatórios em aterros controlados, podendo ocorrer de acordo com a gestão da área. De acordo o Relatório (2016), o aterro JCB possui sistemas de drenagem dos líquidos lixiviados, de gás e drenagem externa superficial que estão sendo recuperados. Para reduzir os riscos de explosões e incêndios, há no aterro uma série de flares, em que ocorre a combustão dos gases gerados pelos resíduos sólidos.

Os tipos de resíduos destinados ao aterro, assim como a influência de agentes externos, influenciam na composição do chorume e biogás. Apesar de existir sistemas de drenagens e “queimadores de gás”, não existe risco zero. Ou seja, tais medidas de precaução não impedem a contaminação, e mesmo com a busca pela redução dos impactos não há garantia de que nada vá acontecer, por isso, o risco zero nunca deve ser considerado nestes casos.

5.1 Características gerais da área de estudo

Localizada no Distrito Federal, há 15 km do Plano Piloto, o Jockey Club de Brasília (JCB) possui seu principal acesso pela Via Estrutural, a Rodovia EPCL-DF-096/BR-070. Ocupando uma extensa área, em seus limites há a cidade Estrutural, o Parque Nacional de Brasília (PNB), córregos do Acampamento e Cabeceira do Valo e uma região de chácaras de pequenas produções hortifrutigranjeira. (FIGURA 11).

A área começou a ser utilizada como depósito de resíduos sólidos na década de 60, logo após a inauguração de Brasília, ocupando atualmente 200 hectares.

Figura 11: Imagem aérea do Aterro Controlado do Jôquei Clube de Brasília



Fonte: (Google Earth, Jan de 2017)

Segundo Cavalcanti et al. (2014, p. 304) entre o período de 1977 a 1978, os resíduos eram depositados em trincheiras a céu aberto, sendo utilizado o método de rampas, em que o solo retirado de uma abertura de uma célula, será utilizado para cobertura da célula adjacente (FIGURA 12). Esta área atualmente não é mais utilizada para descarte de lixo e passando a ser utilizada como área habitacional. Em 1978 a 1995 a deposição passou a ser feita no sentido nordeste-sudeste onde passou a ser considerada uma porção intermediária do Aterro que está localizado próximo ao córrego cabeceira do Valo.

No início do ano de 1995 a área intermediária já havia sido toda coberta. Até 1996 a porção norte foi totalmente coberta. A partir disso, parte da porção intermediária é utilizada para a deposição dos resíduos através do “método da área” (FIGURA 13 e 14).

De acordo com Koide e Bernandes (1998), partes das novas áreas de lançamento de resíduos permanecem por muito tempo sem recobrimento, causando assim problemas devido ao grande número de vetores, animais e catadores transitando na área, além de que tal prática favorece a infiltração das precipitações, gerando maiores quantidades de percolato dessa maneira favorecendo a propagação da pluma de contaminação.

Figura 12: Esquematisação do método de rampa

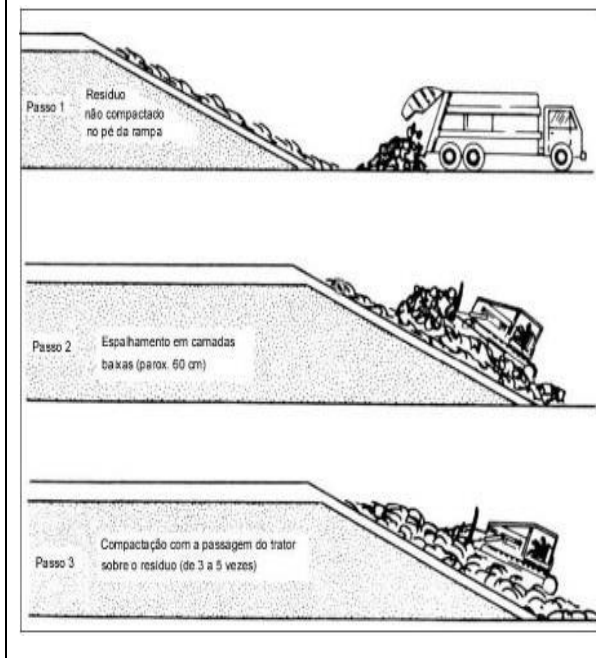


Figura 13: Método de área



Fonte: (Silva, et al. 2013).

Figura 14: Deposição temporal do lixo na área do Aterro Controlado do Jockey Clube



Fonte: (Santos, 1996, *apud* Cavalcanti et al. 2014).

De acordo com Cavalcanti (2013) na região do aterro JCB, a vegetação predominante é a dos Campos de Cerrado, na variação de Campo Limpo. A oeste do Aterro há cultivo de hortaliças e de reflorestamento.

A área é caracterizada como um divisor hidrográfico que delimita a bacia do córrego Cabeceira do Valo, próximo ao setor de chácaras e é utilizado pelos moradores para irrigação de hortaliças, piscicultura e dessedentação de animais, que drena suas águas em direção a oeste-sudoeste com a bacia do Córrego do Acampamento (dentro dos limites do PNB) que drena para nordeste. (Campos, 2007)

Tratando-se de corpos hídricos subterrâneos, estão presentes na área dois domínios hidrogeológicos distintos: aquífero de Domínio Poroso e de Domínio Fissural. Ambos aquíferos possuem recarga através de águas pluviais, porém de domínio Poroso por ser mais raso possui maior contato com o meio biótico. E a recarga do domínio Fissural ocorre através do sistema aquífero poroso, que funciona como uma espécie de filtro, protegendo significativamente as águas mais profundas.

O aterro está situado em uma grande unidade geomorfológica, a Depressão do Paranoá, que corresponde a uma área de dissecação intermediária no relevo no Distrito Federal. (FUNATURA e IBAMA, 1998). A partir deste contexto, dentre as seis unidades estratigráficas do Grupo Paranoá, o aterro está situado sobre a unidade Ardósia que é composta por rochas que são ocultadas por um espesso Latossolos argiloso que afloram de maneira descontínua, extremamente triturada. (Fernandes e De Oliveira Loureiro, 2004).

De maneira geral, os solos da área apresentam problemas quanto à disponibilidade dos nutrientes essenciais. E a quantidade de nutrientes perdidos por erosão com mais de 4% de declividade supera a retirada de nutrientes pelas plantas cultivadas mais as perdas por lixiviação.

5.1.1 Influência dos metais pesados

Em relação as concentrações de características do percolado da área do Aterro Controlado do JCB não há um estudo específico, mas pode-se inferir que as concentrações são aproximadas as ditas de aterros antigos superiores a 10 anos de ativação (TABELA 5).

De acordo com Fantinatti Neto (2007), a concentração de metais no solo é relacionada principalmente a geologia, ou seja, dependendo da geologia, a concentração de metais em um solo pode exceder os valores listados na tabela 4,

localizada no capítulo anterior. Na tabela abaixo, elaborada por Fadigas et al (2006) é proposto valores a distintos grupos de solos em que

Grupo 1 (G1) é composto, predominantemente, por amostras de Latossolo Vermelho Distroférico, Nitossolo Vermelho Distroférico, Latossolo Bruno e Argissolo Vermelho Eutroférico, Latossolo Vermelho Distrófico, Argissolo Vermelho, Luvisolo e Cambissolo; No G2 participam diversos solos com CTC elevada, como Chernossolos, Luvisolos e solos eutróficos, como Planossolo Háptico Eutrófico, Plintossolo Argilúvico Eutrófico e Gleissolo Háptico Eutrófico; Os grupos G3, G4 e G5 apresentam características intermediárias e são constituídos por amostras de grande variedade de Latossolos e Argissolos e, em menor quantidade, por amostras de Plintossolo, Cambissolo e Nitossolo, com predominância acentuada do caráter distrófico; Em termos gerais, os grupos G6 e G7 são similares em composição, mas se diferenciam pelas concentrações de Argila e Fe; neles se encontram principalmente amostras de Latossolos e Argissolos Amarelos Distróficos, seguidas por pequeno número de Latossolos e Argissolos Vermelho Amarelos Distróficos e Planossolo Háptico Distrófico, originados predominantemente de sedimentos Terciários e Quaternários.

(Fadigas et al, 2006, p 701-702)

Tabela 6: Concentrações de alguns elementos considerados normais em diversos grupos de solo

Grupo (G)	Elemento						
	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Concentração no solo (mg kg ⁻¹)							
1	55	20	35	119	79	1,0	19
2	48	10	18	19	44	0,8	25
3	65	4	25	16	23	1,6	16
4	35	10	17	12	35	0,9	18
5	23	4	7	6	12	0,4	22
6	43	2	12	2	12	0,4	3
7	19	2	5	3	6	0,3	40
QSm ²	41	8	17	25	30	0,8	20

¹ Concentração considerada normal para os solos pertencentes a cada grupo e que correspondem ao valor do quartil superior (75%) da distribuição de frequência dos dados amostrais, em cada grupo.
² Quartil superior médio entre os grupos

Fonte: (Fadigas et al, 2006)

O grupo de Latossolo Vermelho característico da área encaixa-se no Grupo 1 com seus respectivos valores de concentração de alguns elementos no solo, de acordo com a tabela 6.

As concentrações excedentes a esses valores são consideradas tóxicas, e quando retidos no solo podem seguir diferentes vias de fixação conforme já citado,

alcançando a área hortifrutigranjeira e de unidade de conservação ao redor da área, assim como os corpos hídricos. Com a capacidade de bioacumulação dos metais pesados e a de alguns alimentos em absorverem e acumular os metais, a produção e comercialização da hortifrutigranjeira ficam comprometidas.

Tais características são comuns tanto em aterro controlado como em aterro sanitário. O que diferencia o impacto causado são as formas de disposição e tratamento, sabendo que não existe risco zero, ambas as formas geram impactos, porém, em intensidades diferentes.

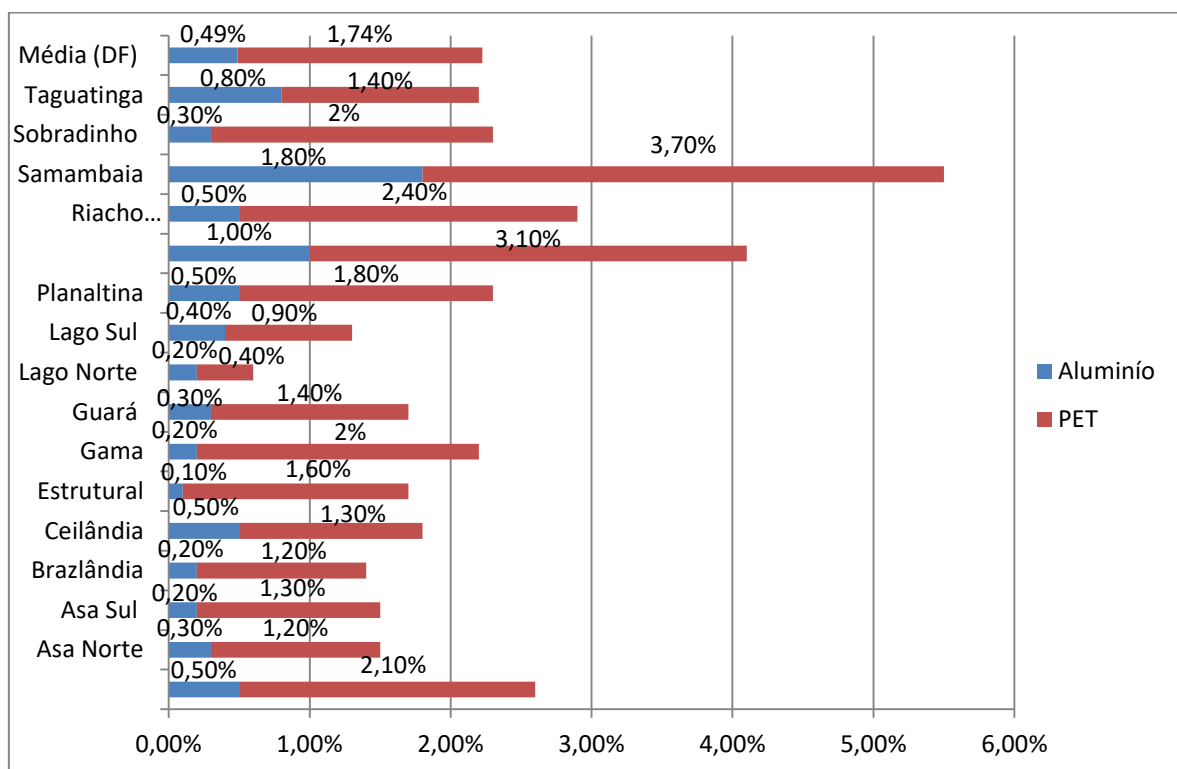
5.2 Resiliência da área

A partir da variedade e características dos resíduos sólidos urbanos depositados na área e o constante depósito podemos conceituar a resiliência de um aterro controlado como a baixa predisposição de restabelecimento natural do equilíbrio ambiental. O alcance de um nível aceitável de recuperação do funcionamento, estruturação e estabilidade precedentes ao impacto é determinado pela capacidade resiliente, situando-se entre níveis baixos até quase inexistentes de recuperação enquanto houver atividade biológica no aterro controlado.

Considerando o constante aterramento de rejeitos desde o início de funcionamento da área pode-se estimar que ainda haja muito material a ser decomposto na montanha de resíduos gerada no aterro do JCB.

Dentre tais considerações e analisando os subgrupos de resíduos sólidos selecionados em análise gravimétrica pelo SLU em 2015 há dois tipos de resíduos que de forma geral, possuem uma das menores representatividades no todo, sendo eles: alumínio e PET (FIGURA 15).

Figura 15: Porcentagem gravimétrica do alumínio e PET em três meses no DF (2015)

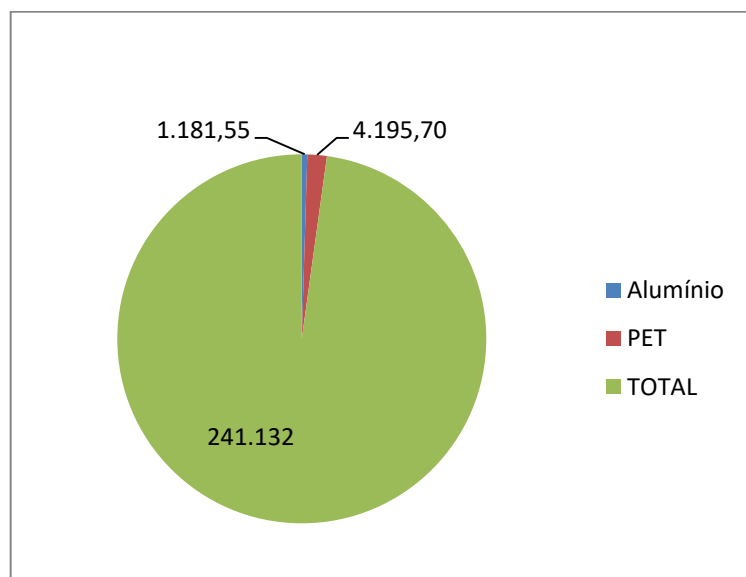


Fonte: (Criado pela autora com dados extraídos de Relatório da análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do Distrito Federal, 2015, p. 44-64)

Com o referencial dos 100% de resíduos coletados em média no DF neste período, a porcentagem média do alumínio de 0,49% e do PET de 1,74% permanece como uma das menores representatividades dos resíduos da coleta convencional. Mas, em toneladas, estima-se que nesse período tenha sido coletado o total de 241.132 toneladas de resíduos sólidos, portanto, 1.181,55 toneladas de alumínio e 4.195,70 de PET (FIGURA 16).

Desse modo, é estimado que o descarte total no ano tivesse sido aproximado a 956.665 toneladas de resíduos, 4.687,67 ton. de alumínio e 16.645,98 ton. de PET.

Figura 16: Média trimestral de descartes de alumínio e PET no DF



Fonte: (Criado pela autora com dados extraídos de Relatório da análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do Distrito Federal, 2015, p. 44-64)

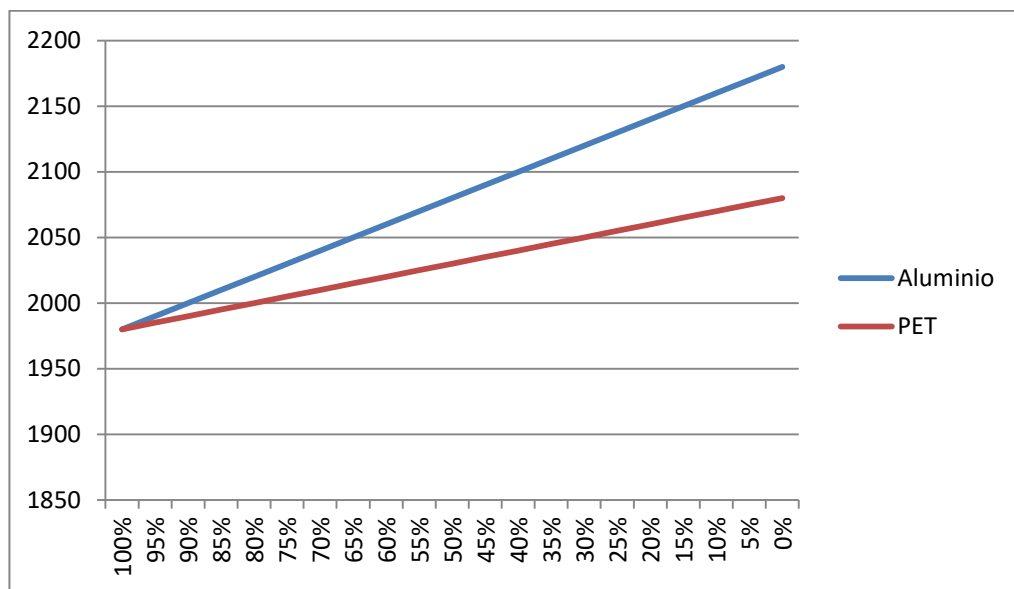
Os valores da figura acima são referentes a massa dos resíduos, para melhor entendimento da proporção desta massa é preciso considerar o peso da unidade de 13,5g e 47g aproximadamente, da lata de alumínio e do PET, respectivamente. Convertendo as medidas das unidades de grama para tonelada e utilizando-as como divisores da massa total, obtêm-se um valor aproximado das unidades descartadas no trimestre, em torno de 90 milhões de cada um dos tipos de material.

Analizando o tempo médio de decomposição para uma lata de alumínio e um PET, de acordo com diversos trabalhos na literatura, estima-se que a lata se decomponha totalmente no meio ambiente em um período entre 200 a 500 anos e o PET em um período superior a 100 anos. Desta forma, é possível determinar o prazo aproximado da total decomposição dos resíduos descartados no período inicial de suas utilizações no país, em meados dos anos 80. Considerando o prazo mínimo para decomposição de ambos materiais, a lata descartada em tal período apenas será totalmente decomposta no ano 2180 e a PET em 2080 (FIGURA 17). Portanto, é possível inferir que o descarte destes materiais, realizados há 36 anos no aterro, ainda estão em processo biológico de decomposição.

Só será possível deduzir o tempo necessário para a finalização de toda atividade biológica destes resíduos sólidos quando houver o encerramento das atividades de aterramento. Já a atividade biológica geral do aterro, poderá ser

inferido considerando o maior tempo de decomposição dentre todos os tipos de resíduos dispostos na área.

Figura 17: Porcentagem de decomposição por ano para alumínio e PET aterrados nos anos 80.



Fonte: (Criado pela autora com dados extraídos de Relatório da análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do Distrito Federal, 2015, p. 44-64)

Durante o processo biológico de decomposição ocorre concomitantemente a produção de chorume e biogás, e as características da área e formas de disposição dos resíduos facilitam o fluxo do percolado. A topografia influencia no escoamento do chorume em direção a importantes áreas hídricas como o córrego do Acampamento e Cabeceira do Valo, área de conservação do PNB, reflorestamento e plantações, e até o perímetro habitacional. Segundo Beutler, et al. (2001), de maneira geral, o Latossolo vermelho de área de cerrado nativo possui menor resistência à penetração, logo, maior permeabilidade. Portanto, há uma predisposição a permeabilidade de efluentes, facilitando o deslocamento do fluxo subterrâneo do chorume contaminando o aquífero livre presente abaixo da área. E por possuir dois períodos climáticos bastante distintos, há uma maior formação de lixiviado no período chuvoso. Neste período há maior volume de chorume escoando e penetrando no solo. Consequentemente, toda a qualidade do meio ambiente local e seu bom funcionamento está comprometida.

Com isso, conclui-se que a resiliência da área também será comprometida, pois, além do longo período demandado para total deterioração dos resíduos o

ambiente continuará sofrendo a pressão de impactos antigos e recentes, dificultando a liberação dos recursos que permitam a reorganização dos ativos ambientais acumulados durante o ciclo adaptativo do sistema.

Devido ao fato de não existir forma de detectar que o ponto limiar da área esteja próximo, não é possível quantificar o tempo para a mudança de fase no ciclo adaptativo. Portanto, infere-se que a resiliência da área situa-se na fase de conservação em que o sistema possui uma resiliência baixa e em constante diminuição, intrínseco a sua capacidade de carga.

Na fase posterior a resiliência é mínima e após a reorganização do sistema há o retorno a fase inicial, igual ou próximo ao que era anteriormente ao distúrbio, com um melhor potencial resiliente.

Diante tais premissas pode-se inferir que a resiliência de uma área degradada por resíduos sólidos é diretamente proporcional aos tipos de resíduos depositados assim como as características ambientais da área, principalmente o tipo de solo e sua declividade. Sua capacidade resiliente é inversamente proporcional a perturbação, pois, quanto menor a perturbação maior será a capacidade resiliente e com o aumento da perturbação a capacidade resiliente será reduzida até que haja o colapso do meio para que o sistema possa se reorganizar, gradualmente aumentando a resiliência. Entre as hierarquias da Panarquia a mudança do sistema poderá ser percebida através das características ambientais da área e do nível de impacto gerado. Sendo, por conseguinte, o ciclo adaptativo de tamanho indefinido, assim como as suas fases.

6. Conclusão

Infere-se que os impactos ambientais gerados devido aos contaminantes presentes na pilha de resíduos sólidos urbanos depositados na área de forma ininterrupta encontrem-se ainda em processo de redução, portanto, sua recuperação natural poderá ser muito lenta, demandando um tempo relativamente longo, sendo assim, podendo ser considerada quase inexistente por um determinado período. Reduzindo a capacidade resiliente do meio.

A modificação no sistema ocorre em seu estado, não ocorrendo transformação em seu regime, assim sendo, a predominância de Campos de Cerrado não modificará.

A resiliência para área de degradação por resíduos sólidos urbanos é diretamente proporcional aos tipos de resíduos depositados assim como as características ambientais da área, principalmente o tipo de solo e sua declividade. O tempo de decomposição dos resíduos possui uma relevante ligação com o potencial resiliente, pois é o que irá determinar o período de decomposição total partindo do pressuposto de que não haverá mais danos causados, sendo possível que as ligações de panarquia auxiliem na reorganização no ciclo adaptativo. Em contrapartida a capacidade resiliente é inversamente proporcional à perturbação. Sendo, portanto, a baixa predisposição de restabelecimento natural do equilíbrio ambiental. O alcance de um nível aceitável de recuperação do funcionamento, estruturação e estabilidade precedentes ao impacto é determinado pela capacidade resiliente, situando-se entre níveis baixos até quase inexistentes de recuperação enquanto houver atividade biológica no aterro controlado.

A conclusão baseia-se em estimativas, devido a carência de trabalhos técnicos e dados concisos voltados para a área do Aterro em Brasília. Neste contexto, esta monografia busca contribuir para futuros trabalhos que busquem quantificar os danos gerados na área, para que se possa mensurar a capacidade resiliente e o seu período de ação.

Sugere-se então que seja realizada análise físico-química do solo, dos corpos hídricos e da área de hortifrutigranjeira, para melhor interpretação e caracterização das áreas possivelmente contaminadas pela pluma de contaminação. Assim como a análise gravimétrica anual dos resíduos, para que através de seus componentes e tempo de decomposição possa ser determinado aproximadamente o período em que

ainda ocorrerá degradação após o encerramento das atividades. Também recomenda-se que seja realizado trabalhos que atualizem as características gerais do aterro, para que também possa servir de fonte de informação tanto a mensuração do impacto quanto a situação do potencial resiliente.

7. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo. p. 89, 2015.

ARAÚJO, B. M. N. **Disruptores endócrinos em chorume: estudo de caso do aterro controlado de Divinópolis/MG.2015**. 121 p.

AGENDA 21 COMPERJ. **Política Nacional de Resíduos Sólidos prevê acabar com lixões e implantar aterros sanitários até 2014**. Articulação local para o desenvolvimento sustentável na região Leste Fluminense. 27 maio 2013. Disponível em: <<http://www.agenda21comperj.com.br/noticias/aterro-sanitario-e-lixao-qual-diferenca>> Acesso em: 19/10/2016

ALBERTE, E. P.; CARNEIRO, A. P.; KAN, L. Recuperação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Diálogos & Ciência**, Feira de Santana, v. 3, n. 5, p. 15, jun. 2005.

ALBERTE, Elaine Pinto Varela; CARNEIRO, Alex Pires; KAN, Lin. Recuperação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Diálogos & Ciência-Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana**, v. 3, n. 5, 2005.

ALENCAR, Emanuel. Chorume na Guanabara: aterro de Gramacho recebe multa de 10 milhões. **Blog Verde**. OGlobo. 2015. Disponível em: <<http://blogs.oglobo.globo.com/blog-verde/post/chorume-na-guanabara-aterro-de-gramacho-recebe-multa-de-10-milhoes-559552.html>> Acesso em: 07/10/2016

ANDRADE, Daniel Caixeta; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. **Instituto de Economia–Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), SP: Texto para Discussão**, v. 155, 2009.

ANDRADE, Júlio César da Matta. **Fitotransporte de metais em espécies arbóreas e arbustivas em aterro de resíduos sólidos urbanos** [Rio de Janeiro] 2005 XVI, 263 p.

Associação Brasileira de Águas Subterrâneas [Internet]. **Águas subterrâneas, o que são?** Disponível em: < <http://www.abas.org/educacao.php>> Acesso em: 10/11/2016

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 10004. **Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 8419. **Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, ABNT, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10703. **Degradação do solo: terminologia**. Rio de Janeiro, 1989.

AURÉLIO, M. A. A. **Recuperação de Áreas Degradadas nos Aspectos dos Solos**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG - Curso Técnico em Meio Ambiente – Disciplina de Solos. Belo Horizonte: 2008.

BACELAR, HAM. **Tratamento de Lixiviados Produzidos em Aterro de Resíduos Sólidos Urbanos por Meio de Evaporação Forçada**. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Programa de Engenharia Civil/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

BARBOZA, Edgar Alexander Prieto. Resiliencia y panarquía: claves para enfrentar la adversidad en sistemas sociales. **Multiciencias**, v. 13, n. 1, 2013.

BELI, E. et al. Recuperação da área degradada pelo lixão Areia Branca de Espírito Santo do Pinhal – SP. **Engenharia ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n. 1, p. 135-148, jan./dez. 2005.

BELTRAME, Rafael et al. Resistência ao impacto da madeira de açoita-cavalo em diferentes condições de umidade. **Cerne**, v. 16, n. 4, p. 499-504, 2010.

BEUTLER, A. N. et al. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 167-177, 2001.

BLANDTT, L. da S. A Resiliência e as Desigualdades Sociais: metodologias de pesquisa qualitativa na inserção ecológica. **Jornada Internacional de Políticas Públicas: São Luís**, 2007.

BRASIL, Leis et al. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. **Diário Oficial da União**, 1986.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 11, de 11 de dezembro de 2014**. Estabelecer procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada - PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental. (Processo nº 02127.000030/2013-48). Disponível em:

<http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2014/in_icmbio_11_2014_estabelece_procedimentos_prad.pdf> Acesso em: 05/11/2016

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 20/08/2016

BUSCHBACHER, Robert. **A Teoria da resiliência e os sistemas socioecológicos: como se preparar para um futuro imprevisível?**. 2014.

Caetano, Mário. Resiliência. CTB. Disponível em: <http://ctborracha.com/?page_id=1591> Acesso em 25/09/2016

CALLISTER, W. D. J. Ciência e engenharia de materiais: Uma Introdução. 5ª Edição. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2002

CAMPOS, José Elói Guimarães et al. Geologia do Grupo Paranoá na porção externa da Faixa Brasília. **Brazilian Journal of Geology**, v. 43, n. 3, p. 461-476, 2013.

CAMPOS, José Elói Guimarães; FREITAS-SILVA, Flávio Henrique. **Inventario hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do distrito federal: Relatório técnico**. Brasília: Inst Ecol & Meio Ambiente DF, 1998.

CAMPOS, José Elói Guimarães. Análise e delimitação da pluma de contaminação do Aterro do Jockey, região da Vila Estrutural. **Relatório Técnico, Brasília/DF**, 14p., 2007.

CAMPOS, José Elói Guimarães. **Hidrologia do Distrito Federal: Base para gestão de recursos hídricos subterrâneos**. Revista Brasileira de Geociências, v. 34, março de 2004.

CANELAS, R. S. (2004). **A Resiliência de crianças em situação de risco em programas sócio-educativos de Belo Horizonte**. Dissertação de mestrado não-publicada, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CARVALHO, André Luciano. Contaminação de águas subsuperficiais em área de disposição de resíduos sólidos urbanos—o caso do antigo lixão de Viçosa (MG). **Viçosa: UFV**, 2001.

CASTILHO JÚNIOR, A. B. Estimativa da distribuição e dos teores dos metais pesados nas diversas frações dos resíduos urbanos no Brasil. **BIO – Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 57-60, 1988.

CASTILHOS JR, Armando Borges de et al. Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades: coletânea de trabalhos técnicos. **Rio de Janeiro, ABES**, 2002.

CAVALCANTI, M. M. *et al.* **Levantamento geofísico (eletrorresistividade) nos limites do aterro controlado do Jokey clube, Vila Estrutural, Brasília – DF**, *Geociências*, São Paulo, UNESP,, v. 33, n. 2, p.298-313, 2014.

CAVALCANTI, M. M., **Aplicação De Métodos Geoelétricos No Delineamento Da Pluma De Contaminação Nos Limites Do Aterro Controlado Do Jokey Clube De Brasília**. 2013. 128 f. Dissertação (Mestrado em Geociência Aplicada) – Universidade de Brasília, 2013.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Relatório de estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2001. 247 p.

CETESB/SMA – Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental & SMA-SP –Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. São Paulo, 1999.

COLODETE C. M.; DOBBSS L. B.; RAMOS, A. C. (2014). Aplicação das Micorrizas arbusculares na recuperação de áreas impactadas. **Natureza on line**, 12(1): 31- 37.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Valores orientadores para solo e água subterrânea**. São Paulo, 2005

Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal (CRH/DF). Resolução N 02, de 17 de dezembro de 2014, Brasília, 2014

COSTA, P. O da. S. **Avaliação em laboratório, do transporte de contaminantes no solo do aterro sanitário de Sauípe/BA**. 2002. 188f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2002.

Da Redação, Lixão de Jardim Gramacho é fechado no Rio de Janeiro, **Veja**. Ed. Abril. 2012 Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/politica/lixao-de-jardim-gramacho-e-fechado-no-rio-de-janeiro/>> Acesso em: 07/10/2016

DE LOS RIOS, J. C. . **Adaptación al cambio climático y el reto de las corporaciones de desarrollo**. Boletín Informativo del Centro de Investigación en Ecosistemas y Cambio Global C&B , v. 7, p. 2-7, 2009.

DE RODRIGUES, MÁRCIA RODRIGUES. **Influência da sucção no módulo de resiliência de solos típicos de subleito de pavimentos do Rio Grande do Sul**. 1997. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DE SÁ PAYE, Henrique et al. Valores de referência de qualidade para metais pesados em solos no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 6, p. 2041-2051, 2010

DIAS CARDOSO, Murilo Raphael; NORONHA MARCUZZO, Francisco Fernando; BARROS, Juliana Ramalho. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER PARA O ESTADO DE GOIÁS E O DISTRITO FEDERAL. **Acta Geográfica**, v. 8, n. 16, 2014.

El Curso de Ciencia de los Materiales [Internet], Ensayo de Resiliencia. Disponível em: <<http://personales.upv.es/~avicente/curso/unidad2/resiliencia.html>> Acesso em 25/09/2016

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SP, 2006.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal**. Rio de Janeiro, 1978. 455p. (Embrapa – SNLCS. Boletim Técnico, 53)

FADIGAS, Francisco de S. et al. Proposição de valores de referência para a concentração natural de metais pesados em solos brasileiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 699-705, 2006.

FARRALL, Maria Helena. O conceito de Resiliência no contexto dos sistemas socio-ecológicos. **Artigo Científico, Ecologi@**, vol. 6, p. 50-62 2012.

FERNANDES, Rinaldo Afrânio; DE OLIVEIRA LOUREIRO, Celso. Avaliação hidrogeológica da região entre os Ribeirões do Torto e Sobradinho, às margens da br-020, nordeste da cidade de Brasília, DF. **Águas Subterrâneas**, n. 1, 2004.

FERREIRA, E. M; CRUVINEL, K. A. S, COSTA, E. S. C. Disposição final dos resíduos sólidos urbanos: diagnóstico da gestão do Município de Santo Antônio de Goiás. **Revista Monografias Ambientais - REMOA**, v. 14, n. 3, p. 3401-3411, 2014.

FUNATURA & IBAMA (1998). **Revisão do Plano de Manejo do Parque Nacional de Brasília**. IBAMA, Ministério do Meio Ambiente, Amazônia Legal e Recursos Hídricos (MMA), Brasília, DF. (Fundação Pró-Natureza e Instituto Brasileiro de Recursos Naturais Renováveis). mimeo

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM. **Caderno técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. Fundação Israel Pinheiro. Belo Horizonte: 2010.

GARCIA, Pereira Cátia. **Resiliência**. Sociedade Antroposófica, 2016. Disponível em: <<http://www.sab.org.br/portal/73-evento/resiliencia/181-resiliencia-porcatiapereiragarcia>>; Acesso em: 20/08/2016

GOIÁS. SECRETARIA DE INDÚSTRIA E COMÉRCIO; DE ALMEIDA, Leonardo. **Hidrogeologia do estado de Goiás e Distrito Federal**. Superintendência de Geologia e Mineração, 2006.

GOUVEIA, Nelson et al. Riscos à saúde em áreas próximas a aterros de resíduos sólidos urbanos. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 5, p. 859-66, 2010. JURAS, IAGM. Destino dos resíduos sólidos e legislação sobre o tema. **Nota Técnica**, 2000.

GUZZO R.S.L, TROMBETA L.H.A.P. **Enfrentando o cotidiano adverso: estudo sobre resiliência em adolescentes**. Campinas: Alínea; 2002

INFANTE, Francisca. (2005). A resiliência como processo: uma revisão da literatura recente. In: MELILLO, Aldo; OJEDA, E. N. S. e colaboradores. **Resiliência: descobrindo as próprias fortalezas**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 23-38.

Infosolda. Ensaio Mecânico: Impacto. Novo Infosolda 4.0 Disponível em: <<http://www.infosolda.com.br/biblioteca-digital/livros-senai/ensaios-nao-destrutivos-e-mecanicos/210-ensaio-mecanico-impacto.html>> Acesso 24/09/2016

Instituto Brookfield. Lixão, aterro sanitário e aterro controlado: entenda as diferenças. 2012. Disponível em: <<http://blog.institutobrookfield.org.br/index.php/2012/08/entenda-a-diferenca-entre-lixao-aterro-controlado-e-aterro-sanitario/>>. Acesso em: 10/10/2016.

IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2.ed. São Paulo. IPT/CEMPRE, 370p. 2000.

Jornal Grande Bahia [Internet]. Após denúncias publicadas pelo Jornal Grande Bahia sobre problemas com o aterro da Sustentare, Câmara de Vereadores de Feira de Santana convoca audiência pública, 2013. Disponível em:

<<http://www.jornalgrandebahia.com.br/2013/10/apos-denuncias-publicadas-pelo-jornal-grande-bahia-sobre-problema-do-aterro-as-sustentare-camara-de-vereadores-de-feira-de-santana-convoca-audiencia-publica/> > Acesso em: 08/10/2016

JUCÁ, José Fernando Thomé. Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTAL-REGEO**. 2003. p. 2003.

JURA, I. A. G. M. Destino dos Resíduos Sólidos e Legislação Sobre o Tema. Câmara dos Deputados. **Nota Técnica**. Brasília, 2000.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 1992.

KOIDE, S.; BERNARDES, R.S. Contaminação do Lençol Freático sob a área do Jockey Club, Distrito Federal. X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 11p. 1998.

KUMAIRA, Sissa. **Análise e modelagem estrutural do Domo de Brasília**. 2016.

LANZA, Vera Cristina Vaz. **Caderno Técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2009. 28 p.

LAUERMANN, Andressa. **Caracterização química dos efluentes gerados pelo aterro controlado de Santa Maria e retenção de chumbo e zinco por um argissolo da depressão central do Rio Grande do Sul**. 2007. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

LIRA, Luis de Oliveira. **A Questão do Lixo no Distrito Federal: Impactos e Perspectivas**. Monografia. Uniceub. 2001.

Lixo.com.br [Internet], Lixão x Aterro Disponível em:

<<http://www.lixo.com.br/content/view/144/251/>> Acesso em: 05/10/2016

MACHADO, Gleysson B. Aterro Controlado, Portal de Resíduos Sólidos [Internet], 05 de maio 2013. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/aterro-controlado/>> Acesso em: 07/10/2016

MACHADO, Marco Shawn Meireles et al. Papel da Engenharia da Resiliência e Gestão comportamental: uma visão na saúde e segurança do trabalho. **Revista Eletrônica Produção em Foco**, v. 3, n. 1, 2013.

MANNARINO, Camille Ferreira et al. Tratamento combinado de lixiviado de aterros de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico como alternativa para a solução de um grave problema ambiental e de saúde pública—revisão bibliográfica. **Cad. Saúde Colet**, v. 19, n. 1, p. 11-19, 2011.

MARANGON, M.; MOTTA, L. M. G. **Valores Típicos para Módulos de Resiliência de Solos Lateríticos Argilosos da Zona da Mata de Minas Gerais.**

MARCOS, João et al. Análise de arranjos eletródicos na caracterização da pluma de contaminação do aterro controlado do Jockey Clube de Brasília-DF. In: **14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & EXPOGEF, Rio de Janeiro, Brazil, 3-6 August 2015**. Brazilian Geophysical Society, 2015. p. 248-253.

MARQUES, Rosângela Francisca de Paula Vitor. **Impactos ambientais da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e na água superficial em três municípios de Minas Gerais** / Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011. 95 p.

MARTINS, Éder de Souza et al. **Evolução geomorfológica do Distrito Federal – Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, 2004, 57p.**

MARTINS, Éder de Souza et al. **Unidades de paisagem do Distrito Federal, escala 1: 1000.000. 2004.**

MEIRA, J. C. R.; **Chorume do Aterro Sanitário de Goiânia: Tratamento por Floculação/Coagulação/Degradação Fotoquímica e Custos Operacionais**. 2003. 125p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MELILLO, A. et al. **Resiliência**: descobrindo as próprias fortalezas. Porto Alegre: Artmed, 2005. 160 p.

MELLO, Gustavo Afonso Taboas de. Notas sobre o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **BNDES Setorial, Rio de Janeiro**, n. 27, p. 101-119, 2008.

MIRANDA, Vanessa Soares. **Reabilitação de área degradada pela deposição de resíduos sólidos urbanos usando gramíneas forrageiras**. 2010. 24 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.

MIRANDA, Vanessa Soares. **Reabilitação de área degradada pela deposição de resíduos sólidos urbanos usando gramíneas forrageiras**. 2010. 37p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010

MOREIRA, Débora Astoni et al. **Adsorção dos Íons Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} e Zn^{2+} em Resíduo Sólido Urbano**. Engenharia na agricultura, viçosa - mg, V.17 N.5, Setembro / Outubro 2009 p. 346-352

MUNHOZ, P. M. **Monitoramento ambiental em região contaminada por chumbo**. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária, Sub-área Ecotoxocologia). Universidade Estadual Paulista, 2010.

MUÑOZ, S. I. S. **Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto, SP: avaliação dos níveis de metais pesados**. 2002. 92 f. Dissertação (Doutorado em Enfermagem em 83 Saúde Pública) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2002.

OLIVEIRA T. S., Costa L. M. Metais pesados em solos de uma topolitosequência do Triângulo Mineiro. In: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2004. p.785-796

OLIVEIRA, L.R. **Metais pesados e atividade enzimática em Latossolos tratados com lodo de esgoto e cultivados com milho**. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2008. 108p. (Tese de Doutorado)

PANTALEÃO, Cristiane Criscibene; CORTESE, Tatiana Tucunduva Philippi. Capacidade de Resiliência Urbana: Estudo de Caso da Cidade Addis Ababa na Etiópia. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 7, n. 2, p. 166, 2016.

PINHEIRO, Débora Patrícia Nemer. Resilience in discussion. **Psicologia em estudo**, v. 9, n. 1, p. 67-75, 2004.

REAL, J.L.G. (2005). **Riscos Ambientais em Aterros de Resíduos Sólidos com Ênfase nas Emissões de Gases**, Dissertação M. Sc. Programa de Engenharia Civil/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

ReCESA – Rede Nacional de Extensão e Capacitação Tecnológica em Saneamento Ambiental. **Resíduos Sólidos: Projeto, Operação e Monitoramento de Aterros Sanitários. Guia do Profissional em Treinamento – nível 2**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Belo Horizonte, MG, 2008.

REZENDE, Jozrael Henriques et al. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Eng. sanit. ambient**, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2013.

RIBEIRO, Marcos André do Côto. **Contaminação do solo por metais pesados**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

RODRIGUES, F. S. F. **Aplicação da ozonização e do reativo de Fenton como pré-tratamento de chorume com os objetivos de redução da toxicidade e do impacto no processo biológico**. Rio de Janeiro, 2004, 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

RODRIGUES, I. O. Abrangência dos serviços de saneamento. **IBGE (Ed.). Atlas de Saneamento. Rio de Janeiro: IBGE**, p. 16, 2011.

SALES, C.W. JÚNIOR, L.P.Q. OLIVEIRA, V.P.S. **Avaliação da contaminação do solo e da água subterrânea na área do lixão de São Francisco de Itabapoana – RJ**. 2º Seminário Sobre Ecotoxologia Aquática. Campos dos Goytcazes, 2011.

SAMUEL-ROSA, Alessandro; DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz; PEDRON, Fabrício de Araújo. Caracterização do solo de cobertura de aterros encerrados com ferramentas (geo) estatísticas. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 16, p. 121-126, 2011.

Secretaría de la EIRD, 2004. **Viviendo con riesgo: un estudio global de iniciativas de reducción de desastres**. Vol. 2. 2004. Ginebra: Secretaría de la EIRD.

Serviço de Limpeza Urbana [Internet]; Distrito Federal, 2016 <Disponível em :<http://www.slu.df.gov.br/>> Acesso em: 02/10/2016

SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA. **Relatório dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Distrito Federal**. Brasília: Ed. SLU, 2016

SILVA JR., J.F. **Resistência dos materiais**. São Paulo: Ao Livro Técnico. 1972

SILVA, E. *et al.* **Saneamento Básico – Aterro Sanitário no Brasil**. 2013. Universidade Federal da Bahia, 29 de julho de 2013.

SISINNO, Cristina LS; MOREIRA, Josino Costa. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12, n. 4, p. 515-523, 1996.

SOARES, Marcio Roberto. **Coeficiente de distribuição (Kd) de metais pesados em solos do Estado de São Paulo**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SORDI A. O, MANFRO G.G, HAUCK S. O Conceito de Resiliência: Diferentes Olhares . **Rev. bras. psicoter.** 2011;13(2):115-132

SOUZA, Augusto Ehlers. **Elaboração de um plano de recuperação de área degradada (PRAD) para o antigo lixão do Itacorubi, Florianópolis (SC)**.

Florianópolis: UFSC/CTC/ENS, 2013. 125f. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC.

TABOADA, Nina G.; LEGAL, Eduardo J.; MACHADO, Nivaldo. **Resiliência: em busca de um conceito. Revista brasileira de crescimento e desenvolvimento humano**, v. 16, n. 3, p. 104-113, 2006.

TAVARES, J (ORG). **Resiliência e Educação**. Cortez: São Paulo, 2001.

TEIXEIRA, Emarianne Campanha.. **Resiliência e vulnerabilidade social: Uma perspectiva** para a educação sociocomunitária da adolescência. Dissertação – Centro Universitário Salesiano de São Paulo, 2015.

TUSAIE K, Dyer J. **Resilience: a historical review of the construct. Holist Nurs Pract.** 2004;18(1):3-8